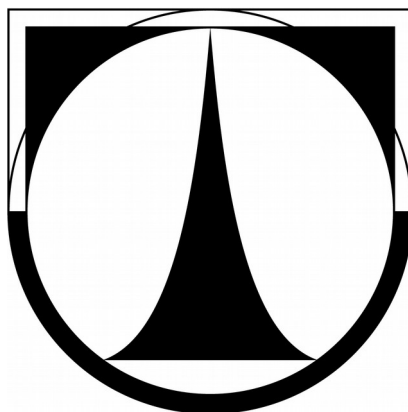


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**KVALITA SENDVIČOVÝCH VÝROBKŮ PRO AUTOMOBILOVÝ
PRŮMYSL**

**QUALITY OF SANDWICH PRODUCTS FOR
AUTOMOTIVE INDUSTRY**

KTT

Vedoucí diplomové práce:	Ing. Martin Vild
Konzultant specialista:	Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.
Autorka práce:	Bc. Zlata Kudláčová
<u>Rozsah práce:</u>	
Počet stran:	61
Počet obrázků:	25
Počet tabulek:	7
Počet grafů:	12
Počet příloh:	5

Originál zadání práce

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci 14. 01. 2013

Bc. Zlata Kudláčová

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Martinu Vildovi ze společnosti Johnson Controls Fabric a.s za odborné vedení, cenné rady, trpělivost, ochotu a čas, který mi věnoval.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D. za pomoc při návrhu struktury práce, cenné rady a připomínky. A hlavně děkuji svým rodičům, kteří mi umožnili studium na této škole a po celou dobu studia mě materiálně a psychicky podporovali.

Anotace

Diplomová práce se zabývá použitím dvou laminačních technologií pro výrobu sendvičových výrobků v automobilovém průmyslu, při jejich využití v interiéru automobilů, popisuje stroje použité pro laminaci, textilní materiály a samotné technologie.

Praktická část zkoumá, porovnává a hodnotí mechanicko-fyzikální vlastnosti použitých laminačních technologií a porovnává výsledky dle konkrétních norem pro automobilový průmysl. Výsledkem je zjištění, zda jsou laminační technologie vhodné v interiéru automobilů.

Annotation

The introduced diploma thesis deals with using of two laminating technologies for production of sandwich products for automotive industry, their using in the car interiors. The thesis also describes the machines used for the lamination production, textile materials and technologies as such.

The practical part of thesis researches, compares and evaluates the mechanico-physical properties of laminating technologies and compares the results according to specific standards for automotive industry. The outcome of thesis is the detection whether the laminating technologies are suitable for their using in the car interiors.

Klíčová slova

Textilie v automobilovém průmyslu

Laminace

Technologie Hot-melt

Technologie Powder

Key words

Textiles in automotive industry

Lamination

Hot-melt Technology

Powder Technology

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1	Historie a využití textilií v automobilech.....	11
2.2	Laminace textilií pro automobilový průmysl.....	12
2.3	Hot-melt - tavenina polymeru.....	13
2.4	Powder – tavný prášek.....	13
2.5	Adheze.....	13
2.6	Technologie HOT-MELT.....	14
2.6.1	Historie firmy Lacom.....	14
2.6.2	Popis stroje.....	15
2.6.3	Popis technologie.....	17
2.7	Technologie POWDER.....	23
2.7.1	Historie firmy Meyer.....	23
2.7.2	Popis stroje.....	23
2.7.3	Popis technologie.....	24
2.8	Popis laboratorních zkoušek.....	28
2.8.1	Pevnost.....	28
2.8.2	Pevnost spoje.....	29
2.8.3	Plošná hmotnost.....	29
2.8.4	Tloušťka.....	30
2.8.5	Hořlavost.....	30
2.8.6	Fogging.....	31
3	PRAKTICKÁ ČÁST	32
3.1	Materiály použité při laminaci.....	32
3.1.1	Vzorek A.....	32
3.1.2	Vzorek B.....	34
3.1.3	Vzorek C.....	34
3.1.4	Vzorek D.....	35
3.2	Vyhodnocení laboratorních zkoušek.....	36

3.2.1	Pevnost.....	37
3.2.2	Pevnost spoje.....	40
3.2.3	Plošná hmotnost.....	42
3.2.4	Tloušťka.....	44
3.2.5	Hořlavost.....	47
3.2.6	Fogging.....	48
4	ZÁVĚR	50
5	POUŽITÁ LITERATURA	52
6	SEZNAM PŘÍLOH	54

Seznam použitých zkratek

PUR	Polyuretan
PET	Polyetylen
PES	Polyester
Co PES	Kopolyester
Co PAD	Kopolyamid
ČSN	České technické normy
DIN	Německá národní norma
EN	Evropská norma
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> - Mezinárodní organizace pro normalizaci
Např.	například

1 ÚVOD

V poslední době lidé tráví více času ve svých automobilech a jsou kladeny čím dál větší nároky na kvalitu a komfort interiéru automobilu.

Pro textilní výrobce se staly významné interiéry automobilů, kde stoupá podíl využití textilií. Je kladen důraz na příjemný povrch materiálu, měkkost, vzhled a také na kvalitu sendvičových výrobků užitých v interiéru automobilu. Nikdo přeci nechce, aby si např. při koupi autopotahů musel pro jejich nekvalitní zpracování kupovat za pár měsíců nové. Stejně tak kvalita textilií užitých na autosedačkách, hlavových opěrkách a dalších interiérových dílech za posledních 5 let vysoce stoupla.

Při výrobě sendvičových výrobků je mnoho způsobů a technologií výroby, kdy výsledkem každé je výrobek různých kvalit a jiného užití.

V této diplomové práci budou v teoretické části posuzovány dvě laminační technologie pro výrobu sendvičových výrobků při použití stejného množství adheziva, určitém nastavení stroje a technických podmínek výrobku.

První technologie použitá pro laminaci sendvičových výrobků je technologie Hot-melt, kde je použito tavné adhezivum. Druhá technologie Powder, kde je použito tavného prášku.

Dále budou v teoretické části popsány stoje použité pro laminaci daných technologií, technologické postupy laminací a textilní materiály použité pro vzorky sendvičových výrobků.

V praktické části budou zkoumány, posuzovány a hodnoceny sendvičové výrobky nalamínované danými laminačními technologiemi při použití 17 g/m^2 adheziva, dle mechanicko-fyzikálních vlastností zjištěných na základě několika laboratorních zkoušek. Laboratorní zkoušky byly zhotoveny s použitým množstvím adheziva poprvé, a jde o prvotní zkoumání vlastností. Výsledky budou porovnávány dle norem pro automobilový průmysl.

Výsledkem je zjištění, zda jsou laminační technologie při použitém množství adheziva vyhovující dle norem pro výrobu sendvičových výrobků do interiéru automobilů, a která z daných technologií je více vyhovující, popřípadě co je potřeba pro zlepšení vlastností sendvičových výrobků.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Historie a využití textilií v automobilech

Automobilový průmysl je největším uživatelem technických textilií na celém světě, přičemž do každého auta se spotřebuje cca 20 kg těchto textilií. I přes velkou výrobní kapacitu a nasycenost okolního trhu ve vyspělých zemích Evropy, USA a Japonska se bude v rozvojových zemích světa v budoucnosti nadále výroba automobilů zvyšovat. Nový trh se otvírá ve východní Evropě, jižní Americe a zvláště pak v Číně. Celkový celosvětový růst výroby automobilů byl v roce 1997 až 1999. Mobilita je základním požadavkem všech lidských činností, kdy spadá do jedné ze dvou kategorií práce i zábavy. V posledních letech se stal pro textilní výrobce interiér aut více důležitý z několika důvodů. Automobil je pro lidskou existenci nezbytným, trávíme v něm více času, využíváme ho jak ve volném čase, tak v práci, stal se kanceláří, obývacím pokojem a nákupní taškou na kolečkách.

Textilie užívané v interiéru automobilu jsou jednak designovým prvkem, zajišťují komfort uživatelů na sedadlech a dále jsou použity jako krycí materiály na dveřích, stropěch, zadních platech, sloupcích a kobercích. Koberce a stropnice automobilů přispívají nejen k pohodlí a výzdobě interiéru, ale také hrají důležitou roli při tlumení hluku a vibrací.

Mnoho z prvních autopotahů byly kůže nebo imitace kůže. Před začátkem používání syntetických vláken byly používány vlněné, bavlněné a dále hedvábné s kombinací umělých vláken, které byly k dispozici. V roce 1940 byly použity tkaniny ze spředených vláken kopolymeru Vinilu a Vinilchloridu (Saran USA nebo VELON Tygan ve Velké Británii). Tento materiál měl barevný pigment a měl velmi vysokou stálobarevnost a také se snadno čistil. Také v této době po druhé světové válce začalo být používáno nylonového vlákna, někdy ve směsi s jinými vlákny, jako např. bavlna. První písemná textilní encyklopedie uvádí hlavní požadavky na látky používané pro výrobu autopotahů, je to prací vlastnost, životnost, hladkost textilie, stálobarevnost a odolnost vůči stárnutí. Požadavek na hladkost textilie byla vyvolána obtížným pohybem člověka na sedadlech automobilů a velmi těžkou čistitelností materiálů a textilie se vyznačovaly vysokou tloušťkou. Požadavky neobsahovaly jakoukoliv zmínku o působení UV záření způsobující stárnutí materiálu.[1]

1.2 Laminace textilií pro automobilový průmysl

Pro interiér dopravních prostředků se používá řada textilií jak laminované tak nelaminované. Nelaminovaná textilie je textilie bez jiného materiálu, laminovaná textilie je ve spojení s dalšími textiliemi jako jsou např. jiná textilie, různé typy pěn na bázi PUR a PET, netkané textilie různého typu a materiálového složení.

Textilie může být laminována s jednou, dvěma či více vrstvami. Většinou se používají jedno nebo dvouvrstvé spojení za použití technologie laminace plamenem, práškem, tavnými adhezivy a tavnou folií.

V interiéru dopravních prostředků je mnoho možností užití laminované textilie, kdy každá laminace má specifické konečné užití. Obecně se dá říct, že plamenná laminace se používá pro laminace textilií určených pro sedadla a stropy, laminace tavnými lepidly pro textilie určené k lisování dveří, sloupků, zadních plat a předních panelů, prášková laminace a laminace pomocí folií dle specifikace zákazníka.

V práci se bude dále řešit laminace pomocí tavných adheziv, které jsou uvedeny v odstavci 2.6.3. a tavných prášků, odstavec 2.7.3., proto bude nyní krátce zmíněna laminaci plamenem, která se používá převážně jako oboustranná laminace (2 vrstvy). Je to v současné době nejproduktivnější způsob pojení textilií pro automobilový průmysl. Jako pojící složka se používá PUR pěna esterového či éterového typu v různých tloušťkách a s různou objemovou hmotností. Tyto parametry PUR jsou dány způsobem užití koncového produktu v interiéru. Plocha PUR pěny se v procesu laminace pomocí plynového hořáku nahřívá a taví a mezi dvěma kovovými chlazenými válci se přitlačí na textilií. Tím dojde k jejich vzájemnému spojení. V následném procesu se pak druhým hořákem nahřívá opačná strana PUR pěny, kdy dojde ke spojení s druhou textilií. Touto textilií je většinou jemná PES podšívka, která na textilií pro sedadla automobilu zajišťuje tvarovou stálost textilie a velmi usnadňuje samotnou montáž sedadla. Pro tuto laminaci se používá jako natavovací směs propanu, propan-butan či zemního plynu se vzduchem. Nejčastěji je využíván propan, neboť u tohoto plynu je lze zajistit velmi dobrou a neměnnou kvalitu a čistotu. Je to jeden ze základních požadavků, neboť při změně kvality směsi a tím i výhřevnosti plamene může vysoce ovlivnit adhesi spojovaných vrstev textilie. Materiálové složení konečného výrobku je potom kombinace PES a PUR, kdy je výrobek je velmi obtížně recyklovatelný.

1.3 Hot-melt - tavenina polymeru

Tavenina polymeru je adhezivum na bázi kopolyamidů, kopolyesterů, polyetylenů, etylen vinylacetátů a polymerních kompozicí. Tyto adheziva jsou nanášena speciálně vyvinutým tavicím zařízením, složeného z tavicího jednotky, čerpadla a aplikátoru.

Pomocí hot-melt adheziv lze materiály spojovat dalšími technologiemi: horkými nebo studenými válci, lisem, infraohřevem nebo teplovzdušně. [2]

1.4 Powder – tavný prášek

Prášek může být na bázi reaktivních PUR adheziv, případně na bázi termoplastických Co PES nebo Co PAD. Prášek se používá při jednostranné laminační technologii, kde je definovaně sypán na textilii pomocí sypacího zařízení a při teplotě a tlaku dochází ke spojení materiálů.

Toto adhezivum je šetrné k životnímu prostředí a také snadno recyklovatelné.[3]

1.5 Adheze

Při vytváření adhezní vazby v průběhu pojení textilií dochází ke změnám jejich vlastností na základě změn jejich mikrostruktury.

Základní pojmy:

- *Adheze* je soubor povrchových sil, kterými se navzájem poutají částice různých látek.
- *Koheze* je soubor sil, kterými se navzájem poutají částice téže látky.
- *Autoheze* se vztahuje k povrchovým silám téže látky.
- *Adherendum* je těleso, které je drženo u druhého tělesa adhezí.
- *Adhezivum* je materiál schopný držet při sobě povrchy tuhých látek adhezními a kohezními silami.

Hlavní fáze procesu pojení:

- 1 fáze - adhezivo a adherendum jsou přivedeny do vzájemného styku, kdy dochází k pojení stříkáním adheziva, roztíráním pasty a pěny,

posypáváním práškovými formami adheziva, mísením vláken, vrstvením termoplastických útvarů.

- 2 fáze - smočení povrchu vláken nebo vlákenných útvarů adhezivem. U kapalných typů pojiv k tomuto dochází bezprostředně po styku adheziva s adherendem. U pevných termoplastických adheziv smočení nastává až po zahřátí a převedení adheziva do viskózně tekutého stavu.
- 3. fáze – nutná k vytvoření pevného spoje ztužením adheziva, ke kterému dochází odpařováním disperzního média, koagulací vlivem změn prostředí, polyreakcí monomerů, ochlazením termoplastických pojiv.
- 4. fáze - v průběhu ztužení adheziva dochází k jeho migraci.
- 5 fáze – deformace pojeného útvaru během ztužení. [4]

Adheze v kontextu materiálu užívaných v interiéru automobilu je fyzikální veličina, která definuje pevnost spoje dvou či více textilních materiálů. Je to jeden z důležitých parametrů kladených na textilie a jejich hodnota se liší dle užití textilie v interiéru a dle požadavků výrobců automobilů.

1.6 Technologie HOT-MELT

Při technologii Hot-melt je použito k pojení vrstev jednotlivých materiálů tavné adhezivum za použití stroje Lacom.

1.6.1 Historie firmy Lacom

Firmu, která je znázorněna na obr. 1 založil v roce 1980 W. Keiner a mezi léty 1990-2003 byla firma rozvinuta i mimo území Německa. Hlavní výrobní programem firmy byla tvorba automatizačních programů pro výrobní linky s implementací řízení pro organizaci výroby Kamban a poka-yoke's výroba řídících systémů a strojů pro dřevařský průmysl a později i výroba strojů pro povrstvování či lepení textilií. Tato technologie oslovila výrobce nábytku a později i výrobce automobilového průmyslu.[5]



Obr. 1 Firma Lacom

Pro aplikaci tavných adheziv vyvinula firma stroj, kde je nános realizován pomocí aplikačních válců a to hladkých nebo hluboko gravírovaných. [5]

Typ použitého válce je jednou z možností jak regulovat hmotnost nánosu na textilií. Obecně platí, že pro některé aplikace je vhodné použít pouze určitý typ válce s definovanou strukturou, použití jiného válce může znamenat, že výrobek nedosáhne požadovaných vlastností, může být příliš tvrdý, nebo naopak nedosahuje potřebné adheze vrstev, protože aplikace pojiva byla příliš nízká. [5]

Jedním z řady strojů, které byly pro tento účel vyvinuty je stroj Vario. [6]

1.6.2 Popis stroje

Laminační stroj typu Vario uveden na obr. 2, je vysoce flexibilní, má integrovaný systém navíjení a odvíjení, integrované chlazení válců. Používá se na nános na tkaninu při výrobě airbagů, potahů matrací, v obuvnickém průmyslu, při výrově hygienických potřeb, v automobilovém průmyslu a při výrobě potřeb pro sport a volný čas.

Pracovní šířka stroje je 2200 / 2400 /2600 mm, popřípadě dle přání zákazníka, rychlost stroje je 40 m/min. [6]



Obr.2 Laminační stroj Vario

Laminační stroj se používá ve třech aplikačním systémech:

1) laminace gravírovanými válci

- bodový nános pomocí gravírovaného válce, který umožní aplikovat nános v jednotlivých bodech v gramáži 30-40 g/m²
- strukturální nános pomocí gravírovaného válce, který umožní aplikovat nános v různých geometrických strukturách v gramáži 30-40 g/m²

2) laminace hladkými válci:

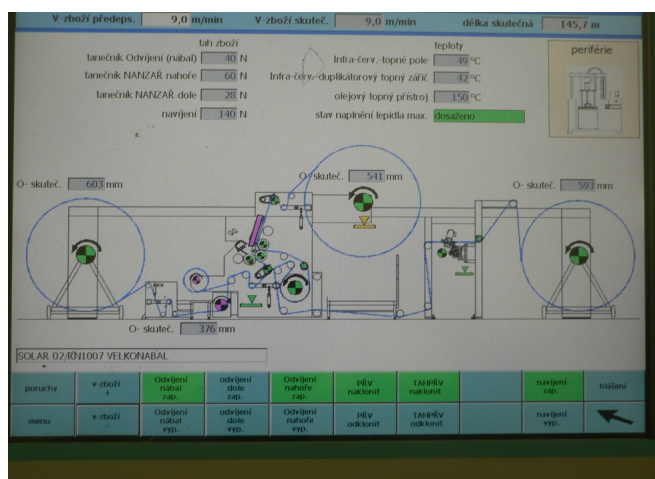
- O.C.S. nános 50-60 g/m² je celoplošný nános, který je narušen rozdílnou rychlostí aplikačních válců
- celoplošný nános 50-150 g/m² je nános, který je dosažen při shodné rychlosti aplikačních válců

3) víceúčelový systém

- kombinaci válců gravírovaných a hladkých a kombinací všech systémů nastavení [6]

1.6.3 Popis technologie

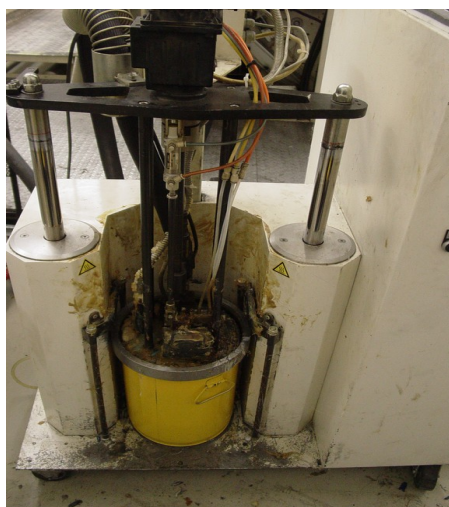
Před zahájením laminace je pomocí řídicího panelu, který je vidět na obr. 3 nastavena rychlost příváděcích válců, teplota ohřevu aplikačních válců, mezera mezi přítlačnými válci, rychlost odtahových válců, rychlost navíjení, teplota předeřevu laminovaných textilií pomocí infrazářičů.



Obr. 3 Řídící panel

V řídícím panelu jsou uloženy předvolby jednotlivých typů laminace a případná korekce je zadávána pouze v rámci odsouhlasených tolerancí. Tím je garantována opakovatelnost laminačního procesu.

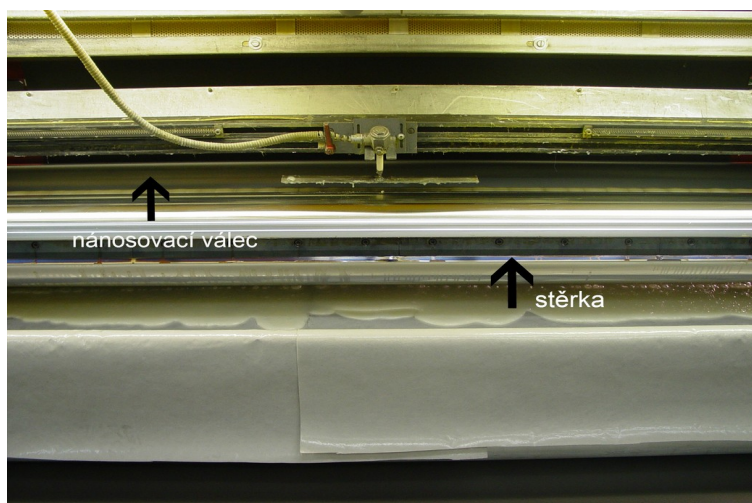
Termoplastické adhezivum je zahříváno v periferním zařízení stroje, jak je vidět na obr. 4.



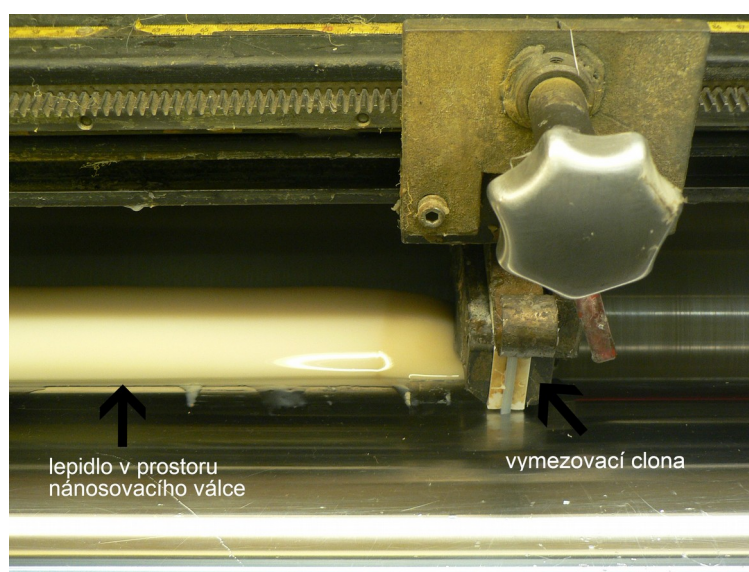
Obr. 4 Periferní zařízení pro ohřev adheziva

Toto zařízení je samostatně programovatelné a z řídicího panelu samotného stroje lze ovládat pouze spuštění a vypnutí tavicího systému a nastavení teploty. Adhezivum je zahříváno pomocí vyhřívané desky, která je trvale stlačovaná do sudového zásobníku adheziva a natavuje vždy jeho horní vrstvu, která je pomocí čerpadla dopravována vyhřívanou hadicí do prostoru nánosovacích válců. Nastavení tavicí teploty je dáno druhem lepidla a jeho technickými parametry.

Rychlost laminace je podmíněna technickými možnostmi dodávky lepidla do prostoru nánosovacího válce, jak je vidět na obr. 5 a 6 - zde je vidět zásobník lepidla a vymežovací clona, která určuje šířku naplnění lepidla mezi nánosovacím válcem a stěrkou.



Obr. 5 Prostor nánosovacího válce

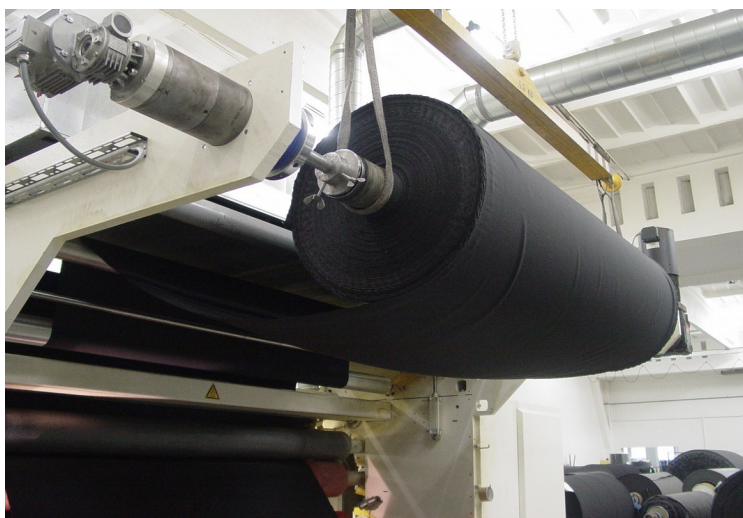


Obr. 6 Prostor nánosovacího válce - detail

Materiály použité pro laminaci jsou navinuty na válcích a přiváděny do stroje pomocí přiváděcích válců. Materiály jsou přiváděny jak z přední části stroje (obr.7), na který je nanášeno adhezivum, tak ze zadní části stroje, obr. 8.

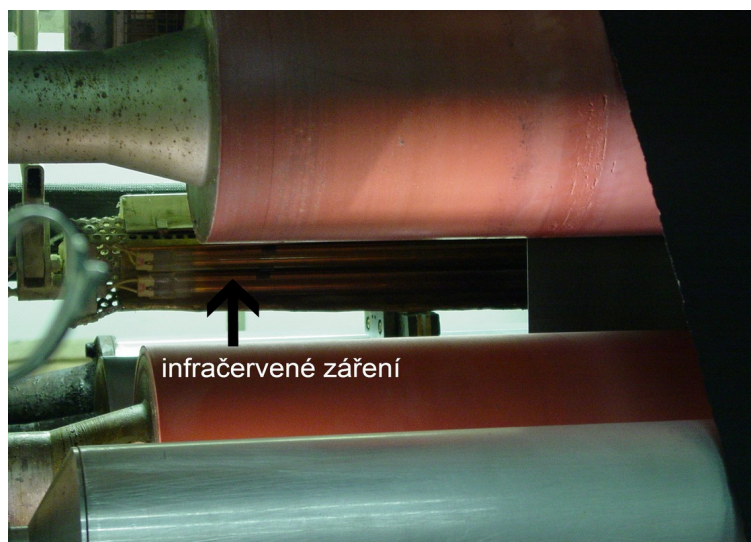


Obr. 7 Přivádění materiálu z přední části stroje



Obr. 8 Přivádění materiálu ze zadní části stroje

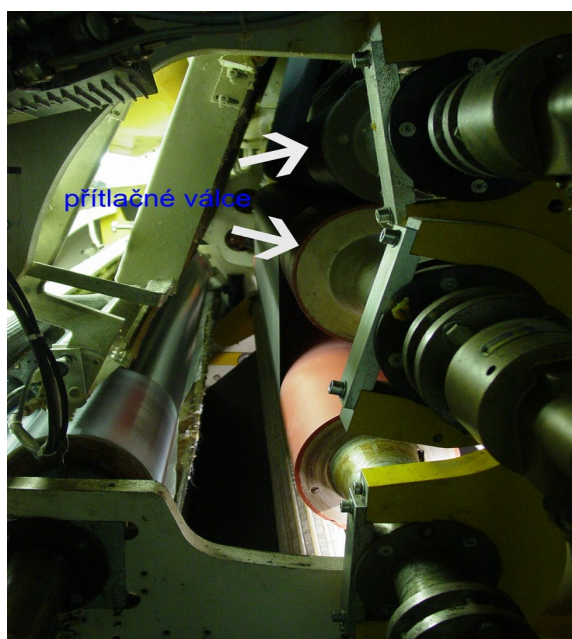
Během každé otáčky válec nabírá definované množství adheziva, jehož množství je redukováno nastavením stěrky. Aby mělo adhezivum požadované vlastnosti po dobu, než dojde, ke spojení materiálů musí být udržena požadovaná teplota, proto se používá k dalšímu nahřívání infračerveného záření, které je vidět na obr. 9.



Obr. 9 Infračervené záření

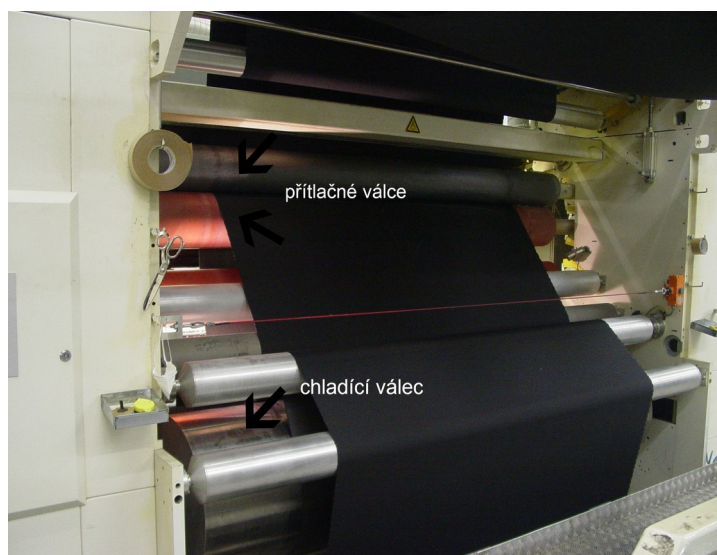
Dále materiál pokračuje k přítlačným válcům, kdy dojde k setkání (druhý materiál je přiveden do stroje ze zadní části) a spojení obou materiálů.

Vzdálenost mezi přítlačnými válci je důležitá pro správné spojení materiálů a laminaci. Tato vzdálenost je určena dle požadované tloušťky konečného výrobku, kterou definuje zákazník. Při spojení přítlačnými válci musí být vzdálenost mezi válci menší, než je konečná tloušťka výrobku, z důvodu kvalitní adheze mezi materiály. Spojení materiálů je vidět na obr. 10, kde je pohled z vnitřní strany stroje, na obr. 11 pohled z výstupu stroje.



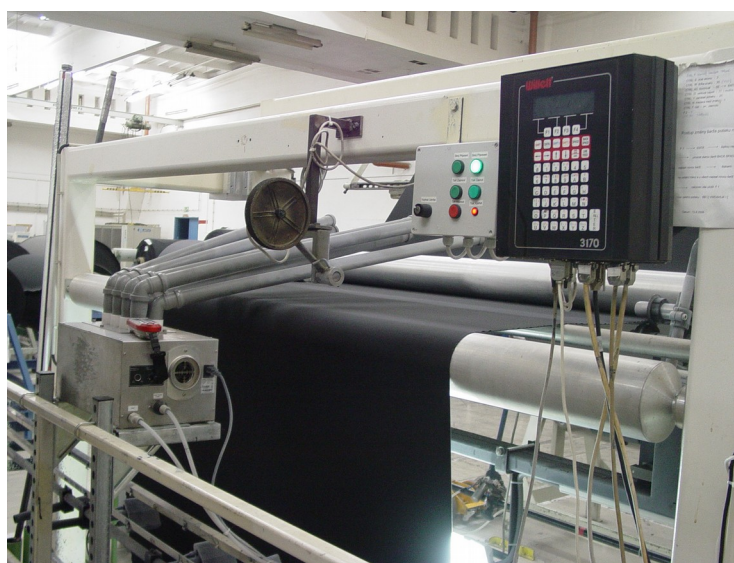
Obr. 10 Přítlačné válce

Po spojení materiálů prochází výrobek přes chladicí válec, který je vidět na obr. 11, kde dochází k okamžitému zchlazení a prvotní adhezi materiálů.



Obr. 11 Přítlačné válce, chladicí válec

Před navíjením laminované textilie na nábal je instalována další periferie stroje v podobě ultrazvukového vyvíječe vodní páry, který ulpívá na povrchu textilie a působí rovnoměrně i po navinutí textilie do nábalu. Pro zesíťování pojiva je důležitá určitá vlhkost (výrobce pojiv deklaruje 45-53 % vzdušné vlhkosti), a proto se musí nastavit parametry potřebné ke správnému působení vlhkosti na řídicí jednotce tohoto zařízení, která je vidět na obr. 12, na obr. 13 je vidět působení mlhy.



Obr. 12 Řídicí jednotka



Obr. 13 Působení mlhy

V konečné fázi je materiál oříznut na patřičnou šíři a navinut na nosič zboží, jak je vidět na obr. 14, kde bude 48 hodin zrát, aby došlo k 100% zesíťování.



Obr. 14 Návin materiálu na nosič zboží

1.7 Technologie POWDER

Při technologii Powder je použito k pojení vrstev jednotlivých materiálů práškové adhezivum za použití stroje Meyer.

1.7.1 Historie firmy Meyer

Firma Meyer, která je znázorněna na obr. 15 byla založena v roce 1949 a je předním výrobcem speciálních strojů jak pro lakování, laminování, lepení tak pro tvarování.



Obr. 15 Firma Meyer

Nejvyšší kvalita je zaručena použitím nejmodernějších strojů pro vysokou výrobní kapacitu a vývojových nástrojů jako jsou 3D, CAD, CAM, EACD a ERP.[7]

Technologie a produkty firmy jsou kontinuální lisy (fixační, laminovací, nánosovací zařízení) a vertikální lisy (lisy, sublimace, horká ražba, lití).[8]

1.7.2 Popis stroje

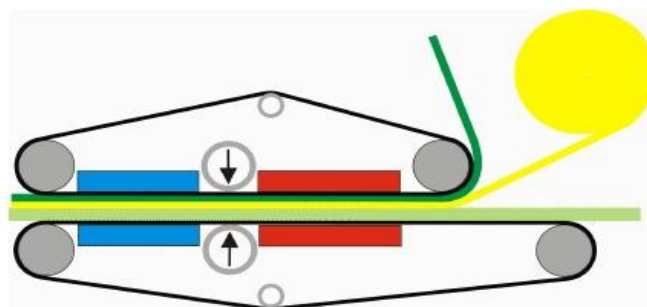
Pro technologii Powder byl použit laminační stroj typu KFK-EL technologie, který je vidět na obr. 16. Tento typ stroje má několik modelů neboli zón. Díky několika modelům a možnostem lze vyhovět požadavkům zákazníka. Stroj je spolehlivý a má výkonný systém díky topným tělesům s pružinou, až 18 kontrolovaných zón s individuálně nastavitelnou teplotou, 2300 mm topné zóny, 1150 mm dlouhá chladicí

zóna. Možnost nastavení výšky vzdálenosti mezi pásy od 0 až po 150 mm, ovládání pomocí dotykového displeje.



Obr. 16 Laminační stroj KFK-EL technologie

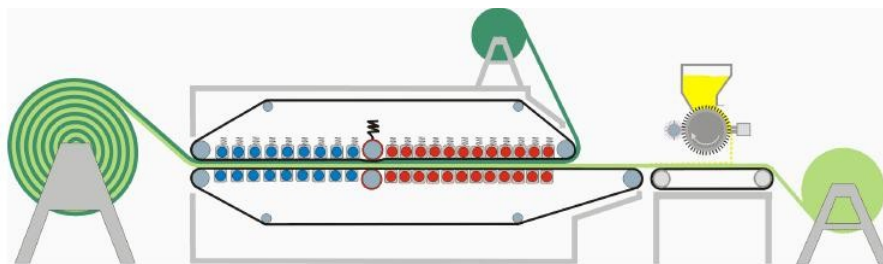
Na obr. 17 je vidět schéma plochého laminačního systému používaného při laminaci pomocí práškového adheziva.



Obr. 17 Plochý laminační systém

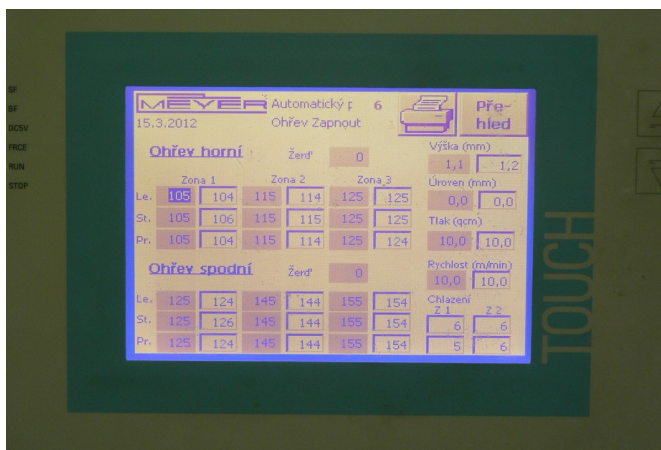
1.7.3 Popis technologie

Jedná se o jednostrannou laminaci, kdy dochází ke spojení dvou vrstev materiálu. Materiály použité pro laminaci jsou navinuty na rolích a přiváděny do stroje pomocí přiváděcích válců. Samotný stroj se skládá z vyrovnávacího zařízení, sypacího zařízení pro aplikaci prášku, zahřívacích a chladících polí, kde materiál prochází mezi dvěma pásy a navíjecího zařízení. Schéma práškové laminace obr. 18.



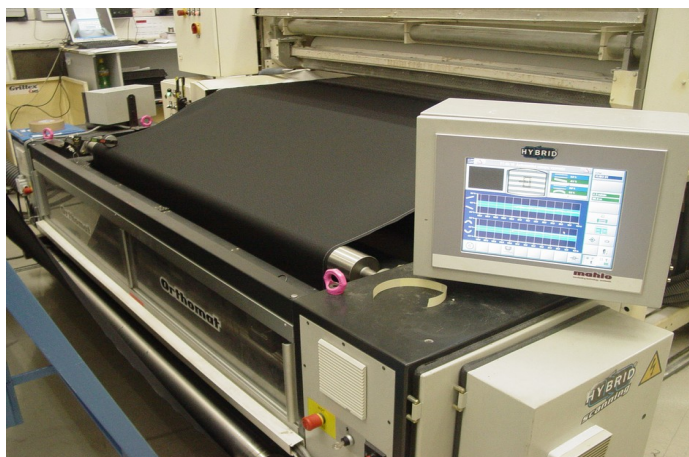
Obr. 18 Schéma práškové laminace

Při zahájení laminace je pomocí řídicí jednotky, která je vidět na obr. 19 nastavena rychlost laminace (doba ohřevu), vzdálenost mezi teflonovými pásy, tlak přítlačných válců, teplota v topné zóně, teplota v chladicí zóně.



Obr. 19 Řídicí jednotka

Materiál, na který je nanášen prášek je přiváděn do stroje z přední části jak je vidět na obr. 20,



Obr. 20 Vstup materiálu

kde prochází přes zařízení na kontrolu vzoru, obr. 21, který je pomocí paprsků na snímacích hlavách detekován, paprsky materiálem buď prochází, nebo se od něj odráží. Tímto je kontrolováno zkřížení nebo obloukovitost materiálu.



Obr. 21 Zařízení pro kontrolu materiálu, snímací hlavy

Na rubovou stranu vstupního materiálu dochází k nanášení práškového adheziva, které je vidět na obr. 22 v detailním pohledu, velikosti 2-5 micro pomocí sypacího zařízení, které zajišťuje rovnoměrné sypání lepidla.



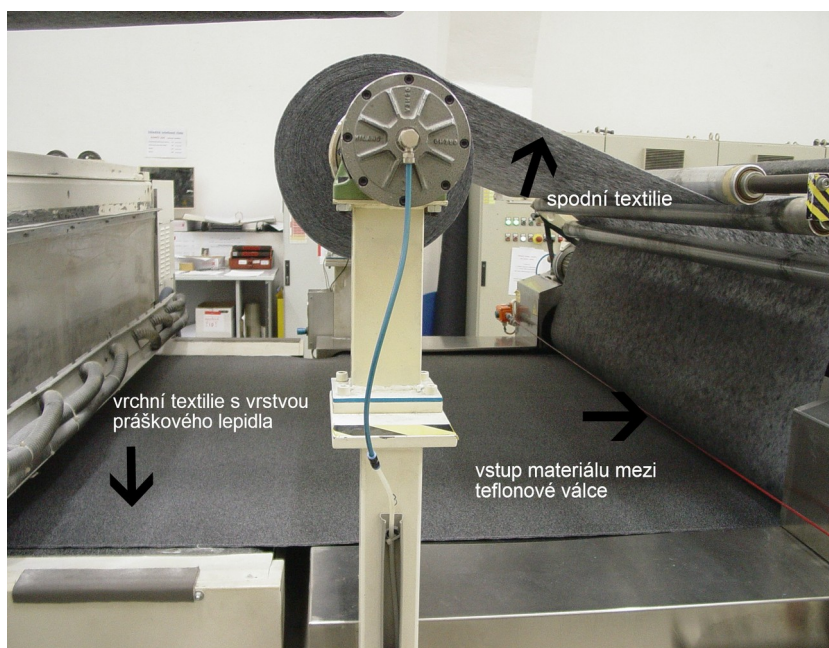
Obr. 22 Sypací zařízení - detail

Princip sypacího zařízení je v otočném válci s drátovým potahem a rozptyl lepidla zajišťuje kartáč svým kmitavým pohybem ve formě ožehleného pásu. Před zahájením nanášení je vždy proveden zkušební posyp a pojivo se váží s přesností na 0,1g, obr. 23.



Obr. 23 Sypací zařízení

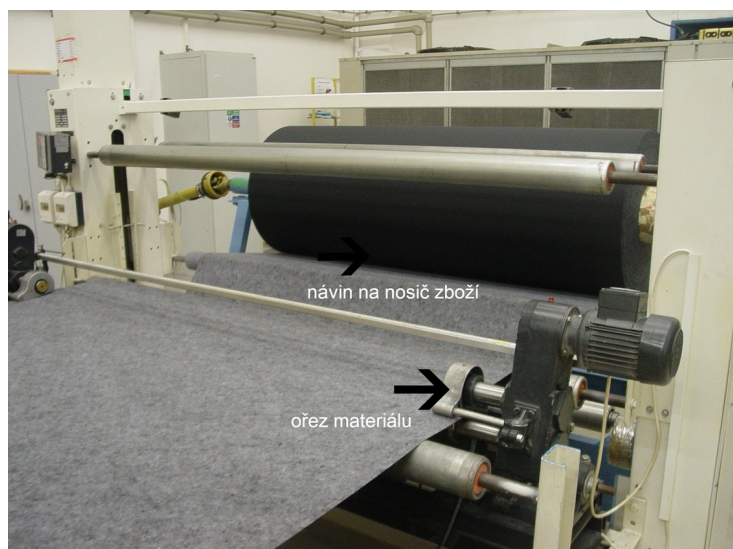
Po nanesení práškového adheziva pomocí sypacího zařízení vstupují oba materiály mezi dva teflonové pásy, kde dochází ke spojení materiálů, obr. 24, za působení teploty a tlaku v uzavřené komoře.



Obr. 24 Vstup obou materiálů mezi teflonové pásy

Komora umožňuje zahřátí procházející textilie z obou stran, teplota je dána technickými podmínkami zpracování prášku. Ve stroji je umístěno celkem 6 zón – 5 vyhřívacích a 1 chladicí. Tímto dojde k částečnému zchlazení materiálu před ořezem a návinem na nosič zboží.

V konečné fázi je materiál oříznut na patřičnou šíři a navinut na nosič zboží, jak je vidět na obr 25.



Obr. 25 Oříznutí a navinutí materiálu na nosič zboží

1.8 Popis laboratorních zkoušek

V následující kapitole budou popsány laboratorní zkoušky, které byly provedeny pro praktickou část, jejich podstata provedení, použité přístroje a normy, dle kterých jsou zkoušky prováděny.

1.8.1 Pevnost

Pro zjištění pevnosti materiálu byla využita zkouška pro zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip, dle normy

ČSN EN ISO 13934-1.

Podstatou zkoušky je napínání zkušebního vzorku plošné textilie o stanovených rozměrech, při konstantní rychlosti do přetrhu. Během zkoušky se zaznamenává maximální síla tažnosti při maximální síle, také je možné určení síly při přetrhu a

tažnosti při přetrhu. Použitá metoda Strip spočívá v upnutí zkušebního vzorku v celé šíři do čelistí zkušebního přístroje. [9]

Pro zkoušku pevnosti byl použit přístroj Testometrik, který je vybavený dvojicí čelistí (horní, spodní), z nichž jedna je pevná a druhá se pohybuje konstantní rychlostí po celou dobu zkoušky. Rychlost posuvu čelisti přístroje během zkoušky je 100 mm/min. Zkoušený vzorek je střižený po osnově i po útku, kdy šířka vzorku je 50 mm \pm 0,5 mm a délka vzorku 280 mm. Upínací délka vzorků mezi čelistmi přístroje je 200 mm.

1.8.2 Pevnost spoje

Pro zjištění pevnosti spoje materiálu byla využita zkouška oddělování pevnosti spoje dle normy **DIN 53357**.

Podstata zkoušky je oddělování spoje zkušebního vzorku plošné textilie o stanovených rozměrech za pomoci tahu čelistí stroje při konstantní rychlosti. [10]

Pro zkoušku pevnosti byl použit přístroj Testometrik, který je vybavený dvojicí čelistí (horní, spodní), z nichž jedna je pevná a druhá se pohybuje konstantní rychlostí po celou dobu zkoušky. Rychlost posuvu čelisti přístroje během zkoušky je 100 mm/min. Zkoušený vzorek je střižený po osnově i po útku, kdy šířka vzorku je 50 mm \pm 0,5 mm a délka vzorku 200 mm. Upínací délka vzorků mezi čelistmi přístroje je 100 mm.

1.8.3 Plošná hmotnost

Pro zjištění plošné hmotnosti materiálu byla využita zkouška pro zjištění plošné hmotnosti pomocí malých vzorků, dle normy **ČSN EN 12127**.

Podstatou zkoušky je změření hmotnosti vzorku materiálu pomocí analytické váhy, která je kalibrována s přesností na ± 1 mg. Zkoušený vzorek je ve tvaru kruhu o ploše 100 cm². [11]

1.8.4 Tloušťka

Pro zjištění tloušťky materiálu byla využita zkouška pro zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků, dle normy **ČSN EN ISO 5084**.

Podstatou zkoušky je měření tloušťky materiálu jako vzdálenost mezi základní deskou, na které je vzorek umístěn a paralelním kruhovým přitlačným kotoučem, který vyvíjí specifický přitlak na zkoušenou plochu textilie.[12]

Pro zkoušku tloušťky byl použit tloušťkoměr, který je složený z vyměnitelného přitlačného kotouče o ploše odpovídající zkoušenému materiálu, kdy plocha přitlačného kotouče je $2\,000 \pm 20 \text{ mm}^2$. Základní deska s rovným horním povrchem o průměru alespoň 50 mm větším než je průměr přitlačného kotouče, zařízení umožňující pohyb přitlačného kotouče tak, aby jeho dosedací plocha zůstala v horizontální poloze a byla rovnoběžná s horním povrchem základní desky a mohl tak být aplikován přitlak $1 \pm 0,01 \text{ kPa}$, měřidlo umožňující registraci vzdálenosti mezi dosedací plochou přitlačného kotouče a základní desky s přesností na 0,01 mm.

Zkoušený vzorek je ve tvaru kruhu o ploše 100 cm^2 .

1.8.5 Hořlavost

Pro zjištění hořlavosti materiálu byla využita zkouška pro stanovení chování při hoření materiálu interiéru vozidel, dle normy **DIN 75 200**.

Podstata zkoušky je hoření materiálu ve vypalovací skříni, kdy se zkoušený vzorek upnutý v přidržovacím rámu ve tvaru U vystaví působení definovaného plamene na dobu 15 sekund na otevřeném konci zkušební vzorku. Zjištěním je, zda a kdy plamen zhasne nebo v jaké době vykoná čelo plamene dráhu hoření mezi dvěma značkami.[13]

Pro zkoušku hořlavosti bylo použito vypalovací skříň z nerezové oceli, ve které se pozoruje chování hoření vzorku. Skříň je vybavena na své přední straně proskleným okýnkem, které zabírá celou přední stranu a může být provedeno jako dveře. Skříň má v podlaze větrací otvory, které jsou také na horní straně. Dále skříň obsahuje na úzké straně otvor pro zavedení rámu s upevněným zkušebním vzorkem po vodících lištách, na protější straně se nachází otvor pro plynovou trubku hořáku. Pro upevnění vzorku je použit rám ve tvaru obdélníku, kdy se vzorek upevňuje mezi vrchní a spodní část rámu.

Pro zajištění hoření se použije hořák s uzávěrem přívodu plynu, zapalovač a stopky sloužící pro změření času hoření.

Zkoušený vzorek je střížený po osnově i po útku, kdy šířka vzorku 100 mm a délka vzorku 355 mm.

1.8.6 Fogging

Pro stanovení foggignových vlastností byla využita zkouška pro foggingové vlastnosti materiálu pro čalounění dle **normy DIN 75201**.

Podstatou zkoušky je umístění zkušebního tělesa do kádinky, která je po dobu $3h \pm 10$ min ponořena do olejové lázně při teplotě prostředí $100 \pm 0,5$ °C. Kádinka se přikryje těsněním a zváženou hliníkovou fólií, na kterou se položí čistá skleněná deska a kulatý filtrační papír (pro zabránění znečištění skleněné desky), na který se nasadí chladicí agregát. Teplota chladicí vody je 21 ± 1 °C.

Zjištěním je stanovení kondenzovatelných složek, které se uchytily na hliníkové fólii jejím znovu zvážením.[14]

Pro zkoušku bylo použito zařízení s olejovou lázní a chladicím agregátem, kádinky pro umístění zkoušeného vzorku, skleněné desky, elastomerový těsnící kroužek, hliníková fólie silná 0,03 mm, kruhové kotouče o průměru 103 mm, kruhový filtrační papír o průměru ≥ 90 mm, váhy s přesností 0,01 mg. Zkoušený vzorek je ve tvaru kruhu o průměru 80 ± 1 mm.

2 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části byly za pomoci laboratorních zkoušek testovány vzorky nalaminovaných materiálů označených jako vzorky A, B, C, D, které se lišily použitým materiálem a laminační technologií. Vzorky byly nalaminovány technologií Hot-melt a Powder, kdy bylo **nanášeno adhezivum v množství $17 \pm 3 \text{ g/m}^2$** . Jako vrchní materiály byla použita tkanina vysoce dostavená s vazbou panama a osnovní pletenina, spodní materiál netkaná textilie propichovaná s následnou termofixací.

Vzorky byly před zahájením zkoušek po dobu 24 hodin v klimatizační komoře, klimatické podmínky 41,7 % vlhkosti a 23,8 °C (klimatizace dle normy 80 0061).

2.1 Materiály použité při laminaci

V následující kapitole budou popsány materiály použité při laminaci, následně při laboratorních zkouškách, jejich materiálové složení, parametry a určení laminační technologie, kterou byly vzorky nalaminovány.

2.1.1 Vzorek A

Vzorek materiálu označený jako vzorek A je složený z vrchní textilie, adheziva, pěny a spodní textilie, nalaminovaný technologií Hot-melt.

Jako vrchní textilie byla použita tkanina vysoce dostavená s vazbou panama, jejíž parametry jsou:

- plošná hmotnost $345 \text{ g/m}^2 (\pm 35\text{g})$
- dostava v osnově $36,00/1\text{cm} (\pm 3,6)$
- dostava v útku $16,00/1\text{cm} (\pm 1,6)$
- materiálové složení 100% PES

Po vrchním materiálu následuje adhezivum:

adhezivum se vyznačuje jako vysoce kvalitní taveninové adhezivum, tvrdnoucí působením vlhkosti, na bázi polyuretanu. Vyznačuje se velmi dobrými vlastnostmi při

zpracování, smáčecí vlastnosti na většině materiálů, vysoká počáteční pevnost na začátku tuhnutí, extrémně krátká doba tuhnutí.

Používá se při montáži a lepení dílů vnitřního vybavení v automobilovém a dodavatelském průmyslu (např. zpětná zrcátka, úchytky, obložení dveří, obložení sloupků), ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu (obalování profilů), v textilním průmyslu a při výrobě folií (laminát).

Technické parametry adheziva:

- hustota 1,2 g/m³
- obsah pevných látek 100 %
- viskozita při 130 °C 55 ± 25 Pa.s
- bod měknutí DIN 52011 cca 64 °C
- bod tání cca 75 °C
- doba otevřeného schnutí 10 ± 5 s
- teplota při zpracování 110 – 150 °C

Pěna mezi adhezivem a spodní vrstvou s parametry:

- objemová hmotnost 45 kg/m³ (± 3 kg/m³)
- pevnost v tahu 130 kPa
- tažnost 150 %
- odpor proti stlačení 4,5 kPa (± 0,50 kPa)
- trvalá deformace 10,00 %
- velikost póru (m) 590 do 770 μm
- hořlavost < 100 mm/min (v tloušťce 13,0 mm)
- fogging ≤ 1,0 mg

Jako spodní textilie byla použita netkaná textilie propichovaná s následnou termofixací, jejíž parametry jsou:

- barva bílá
- plošná hmotnost 30 g/m² (± 6 g/m²)
- tloušťka 0,45 mm (± 0,10 mm)
- pevnost podélná > 30 N/5 cm, příčná > 7 N/5 cm
- tažnost podélná > 15 %, příčná > 90 %

- materiálové složení 100% Polyester

2.1.2 Vzorek B

Vzorek materiálu označený jako vzorek B je složený z vrchní textilie, adheziva a spodní textilie, nalaminovaný technologií Hot-melt.

Jako vrchní textilie byla použita osnovní pletenina s následujícími parametry:

- hmotnost plošná 95 g/m²
- dostava v osnově 22/1cm
- dostava v útku 14/1cm
- materiálové složení 100 % PES

Adhezivum mezi vrchní a spodní vrstvou s parametry:

Jako adhezivum bylo použito stejného adheziva jako u vzorku A.

Jako spodní textilie byla použita netkaná textilie propichovaná s následnou termofixací, jejíž parametry jsou:

- plošná hmotnost 126 g/m²
- tloušťka 1,12 mm
- pevnost max. délka 313 N
- pevnost max. šířka 338 N
- tažnost max. délka 87 %
- tažnost max. šířka 91 %
- materiálové složení 53 % PES 47 % POP

2.1.3 Vzorek C

Vzorek materiálu označený jako vzorek C je složený z vrchní textilie, adheziva, pěny a spodní textilie, nalaminovaný technologií Powder.

Jako vrchní textilie byla použita tkanina vysoce dostavená s vazbou panama, jejíž parametry jsou:

Vrchní textilie pro vzorek C byla použita stejná vrchní textilie jako u vzorku A.

Po vrchním materiálu následuje adhezivum, jehož parametry jsou:

- tání 118 – 123 °C
- průměrná viskozita taveniny 350 Pa.s
- objem taveniny 30 cm³/10 min
- aplikační teplota 120 – 150 °C
- tlak 3.0 – 5.0 N/cm²
- čas 12 – 20 s
- chemické čištění dobré
- odolnost při praní 75 °C

Pěna mezi adhezivem a spodní vrstvou s parametry:

Pěna byla použita stejná jako u vzorku A.

Jako spodní textilie byla použita netkaná textilie propichovaná s následnou termofixací, jejíž parametry jsou:

Spodní textilie pro vzorek C byla použita stejná spodní textilie jako u vzorku A

2.1.4 Vzorek D

Vzorek materiálu označený jako vzorek D je složený z vrchní textilie, adheziva, a spodní textilie, nalaminovaný technologií Powder.

Jako vrchní textilie byla použita osnovní pletenina s následujícími parametry:

Vrchní textilie pro vzorek D byla použita stejná vrchní textilie jako u vzorku B.

Adhezivum mezi vrchní a spodní vrstvou s parametry:

Jako adhezivum bylo použito stejného adheziva jako u vzorku C.

Jako spodní textilie byla použita netkaná textilie propichovaná s následnou termofixací, jejíž parametry jsou:

- 78% PES a 22% vlna

- plošná hmotnost 231 g/m²
- šířka 179 cm
- pevnost max. v délce 154 N
- pevnost max. šířka 134 N
- tažnost max. délka 69 %
- tažnost max. šířka 84 %

2.2 Vyhodnocení laboratorních zkoušek

Pro vyhodnocení výsledků laboratorních zkoušek bylo použito několik ukazatelů, a to:

- *střední hodnoty* \bar{x} , která určuje, zda spadají výsledky do určené hodnoty, která je dána normami pro automobilový průmysl, nebo určena požadavkem zákazníka.

Výpočet střední hodnoty

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

- *směrodatná odchylka statistického souboru* σ pro určení odlišnosti zkoumaných prvků. Pokud je odchylka malá, jsou prvky v souboru podobné, a naopak je-li směrodatná odchylka velká, signalizuje velké vzájemné odlišnosti.

Výpočet směrodatné odchylky

$$\sigma = \frac{1}{n-1} (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

- *variační koeficient* v , který určuje variabilitu zkoumaných hodnot, kdy porovnáváme směrodatnou odchylku s průměrem.

Výpočet variačního koeficientu

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100 \text{ [%]} \quad (3)$$

- *způsobilost procesu* C_p , kdy určující hodnota pro vyhovující výsledky je vyšší jak 1,33. Hodnota $C_p = 1.33$ určuje způsobilost procesu při výrobě a je dána normou pro automobilový průmysl.

$$C_P = \frac{T_h - T_d}{6 * \sigma} \quad (4)$$

- rychlost hoření B , kdy je použita délka dráhy hoření s [mm] a doba hoření t [min].

Výpočet rychlosti hoření

$$B = \frac{s}{t} * 60 \quad [\text{mm/min}] \quad (5)$$

- měření vzorků jak pro určení hmotnosti, tloušťky tak zkoušky foggingu, za použití příslušných přístrojů.

2.2.1 Pevnost

Použitá norma a podstata zkoušky je popsána v odstavci 2.8.1.

Pro vyhodnocení zkoušky pevnosti bylo použito střední hodnoty \bar{x} , která určuje, zda jsou výsledky vyhovující, nebo ne.

Pro pevnost je dána hodnota meze:

- pletenina $\geq 500 \text{ N}$
- tkanina ve směru osnovy $\geq 1500 \text{ N}$
- tkanina ve směru útku $\geq 800 \text{ N}$

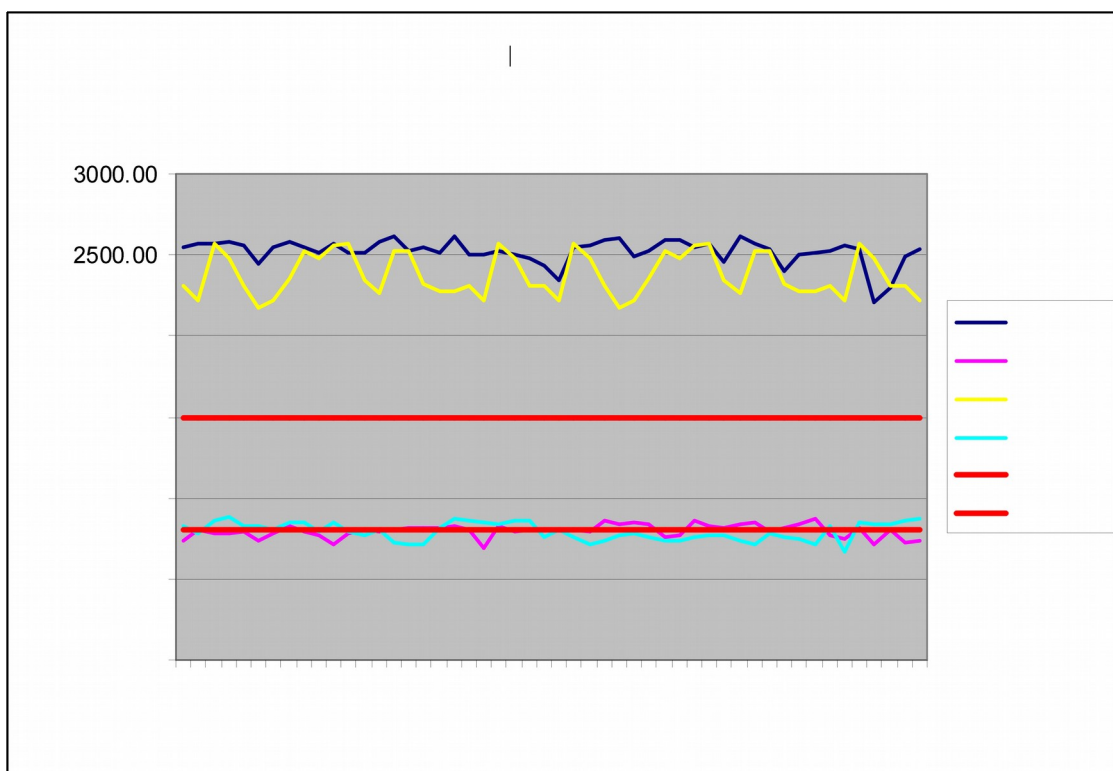
Tato hodnota je určena dle norem pro automobilový průmysl, popřípadě je stanovena zákazníkem. Dále je použita směrodatná odchylka statistického souboru σ a variační koeficient v .

Zkušební vzorky byly střiženy a zkoušeny jak po osnově, tak po útku.

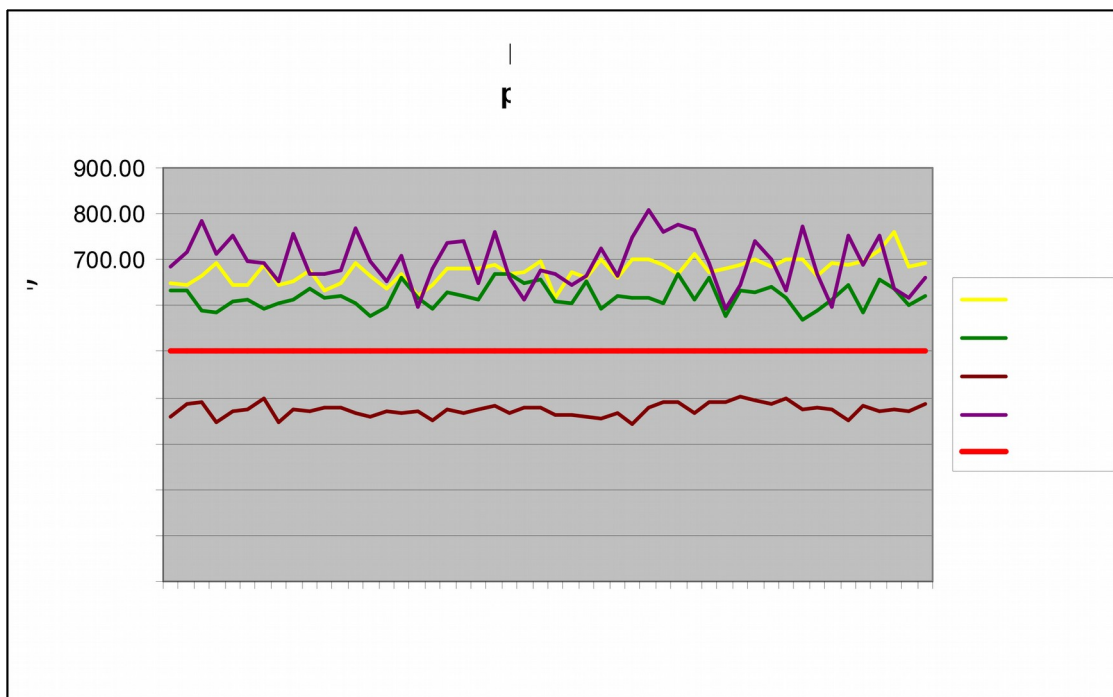
V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty pevnosti zkušebních vzorků a jejich vyhodnocení.

Tabulka č. 1 Vyhodnocení pevnosti

Vzorek	\bar{x} [N]	σ [N]	v [%]	vyhodnocení
A - osnova	2521,6	78,18	3,1	vyhovující
A - útek	796,05	40,7	5,11	nevyhovující
B - osnova	676,17	26,66	3,94	vyhovující
B - útek	619,83	25,84	4,17	vyhovující
C - osnova	2377,3	131,99	5,55	vyhovující
C - útek	794,79	54,71	6,88	nevyhovující
D - osnova	373,47	14,38	3,85	nevyhovující
D - útek	695,72	54,17	7,79	vyhovující



Graf č. 1 Pevnost pro tkaninu



Graf č. 2 Pevnost pro pleteninu

Zhodnocení pevnosti:

Při vyhodnocení pevnosti bylo zjištěno, že hodnoty pro vyhovující výsledky a následné použití materiálů pro laminaci nejsou stoprocentní v obou směrech. Tkaniny vyhovují pouze ve směru osnovy, ale ve směru útku se velmi blíží minimální hodnotě pro vyhovující výsledek. Pro pleteniny vzorec B – pletenina laminovaná technologií Hot-melt vyhovuje v obou směrech, zato vzorek D – pletenina laminovaná technologií Powder vyhovuje pouze ve směru útku.

Pevnost je podstatná při použití sendvičových výrobků a její manipulaci při použití v interiéru automobilů. Při použití vstupních materiálů pro výrobu sendvičových výrobků je předpoklad, že pevnost materiálů je vyhovující a také laminací dojde ke zlepšení pevnosti materiálů díky použití adheziva. Pokud jsou výsledky nevyhovující, může dojít ke zvýšení množství adheziva, což může, ale způsobit tvrdost sendvičových výrobků, nebo provedení testu pevnosti vstupního materiálu což, ale není běžné ve výrobě sendvičových výrobků.

2.2.2 Pevnost spoje

Použitá norma a podstata zkoušky je popsána v odstavci 2.8.2.

Pro vyhodnocení zkoušky pevnosti spoje bylo použito střední hodnoty \bar{x} , která určuje, zda jsou výsledky vyhovující, nebo ne.

Pro pevnost spoje je dána hodnota meze:

- pletenina $\geq 10 \text{ N}$
- tkanina **12 N, meze 12 N– 4 N, + 12 N**

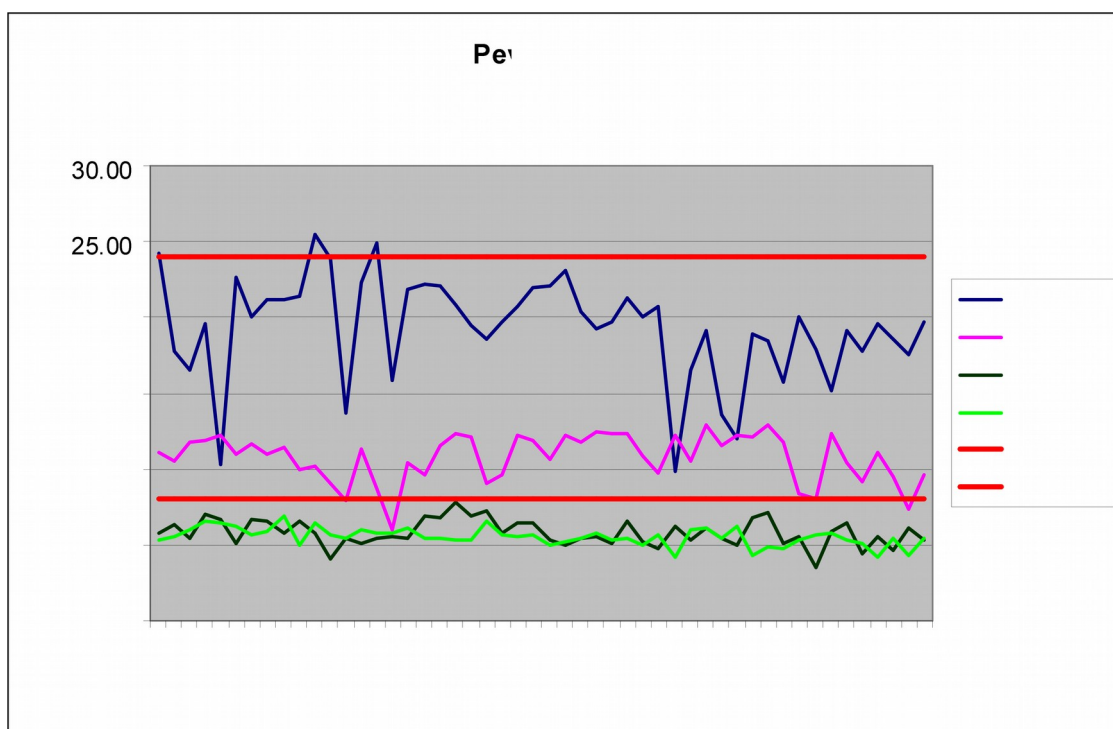
Tato hodnota je určena dle norem pro automobilový průmysl, popřípadě je stanovena zákazníkem. Dále je použita směrodatná odchylka statistického souboru σ a variační koeficient v .

Zkušební vzorky byly střiženy a zkoušeny jak po osnově, tak po útku.

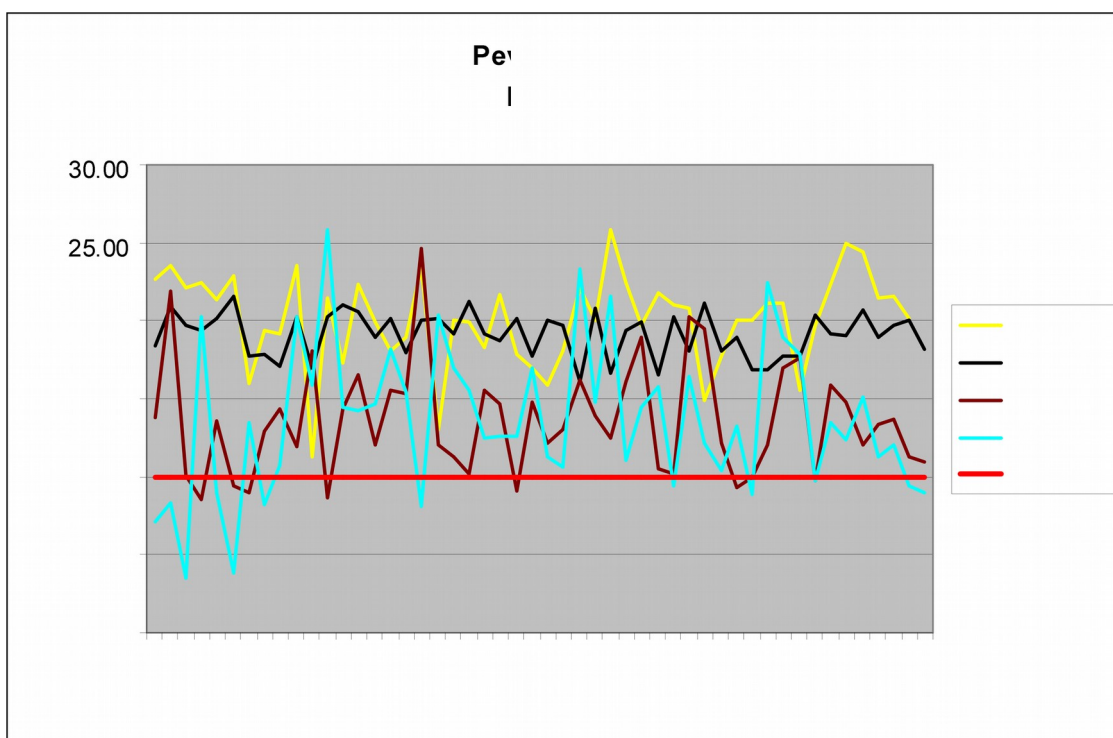
V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty pevnosti spoje zkušebních vzorků a jejich vyhodnocení.

Tabulka č. 2 Vyhodnocení pevnosti spoje materiálu

Vzorek	\bar{x} [N]	σ [N]	v [%]	vyhodnocení
A - osnova	19,29	3,40	17,65	vyhovující
A - útek	10,77	1,57	14,59	vyhovující
B - osnova	20,15	2,95	14,64	vyhovující
B - útek	19,12	1,43	7,45	vyhovující
C - osnova	5,81	0,86	14,77	nevyhovující
C - útek	5,54	0,60	10,83	nevyhovující
D - osnova	13,62	3,57	26,19	vyhovující
D - útek	13,68	4,82	35,20	vyhovující



Graf č. 3 Pevnost spoje pro tkaninu



Graf č. 4 Pevnost spoje pro pleteninu

Zhodnocení pevnosti spoje:

Dle vyhodnocení zkoušky technologie Hot-melt vyhovuje jak pro tkaninu, tak pro pleteninu. V případě technologie Powder nevyhovuje pouze pro tkaninu. Aby bylo dosaženo lepší pevnosti spoje u technologie Powder, muselo by se zvýšit množství prášku, nebo přítlaku válců. To by však vedlo k vyšší tvrdosti výrobku, zploštění textilie, a s největší pravděpodobností také lesku na lící straně vrchní textilie v důsledku právě vyššího přítlaku a přímého působení tepla. Také by došlo ke zvýšení hmotnosti a tloušťky a v neposlední řadě ceně materiálu, které musí spadat do hodnot požadavků zákazníka.

2.2.3 Plošná hmotnost

Použitá norma a podstata zkoušky je popsána v odstavci 2.8.3.

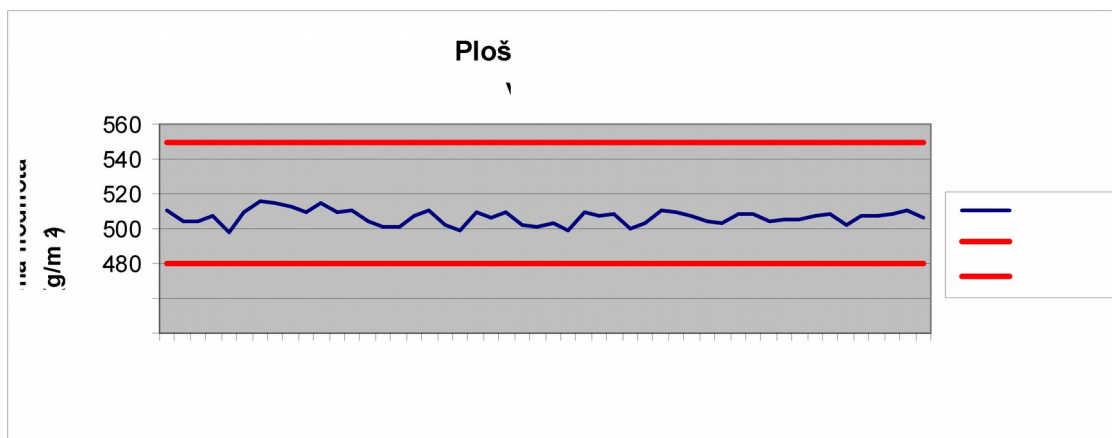
Pro vyhodnocení zkoušky plošné hmotnosti bylo použito střední hodnoty \bar{x} , která je jedním z ukazatelů určujících, zda jsou výsledky vyhovující, nebo ne. Meze tolerance pro vzorek A je 480 - 550 g/m², vzorek B 260 – 320 g/m², vzorek C 505 – 575 g/m², vzorek D 340 – 400 g/m². Dále směrodatná odchylka statistického souboru σ , variačního koeficient v a ukazatele způsobilosti procesu C_p , kdy hodnota pro vyhovující výsledek musí být $\geq 1,33$. Tyto hodnoty jsou určeny dle norem pro automobilový průmysl, popřípadě jsou stanoveny zákazníkem.

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty plošné hmotnosti zkušebních vzorků a jejich vyhodnocení.

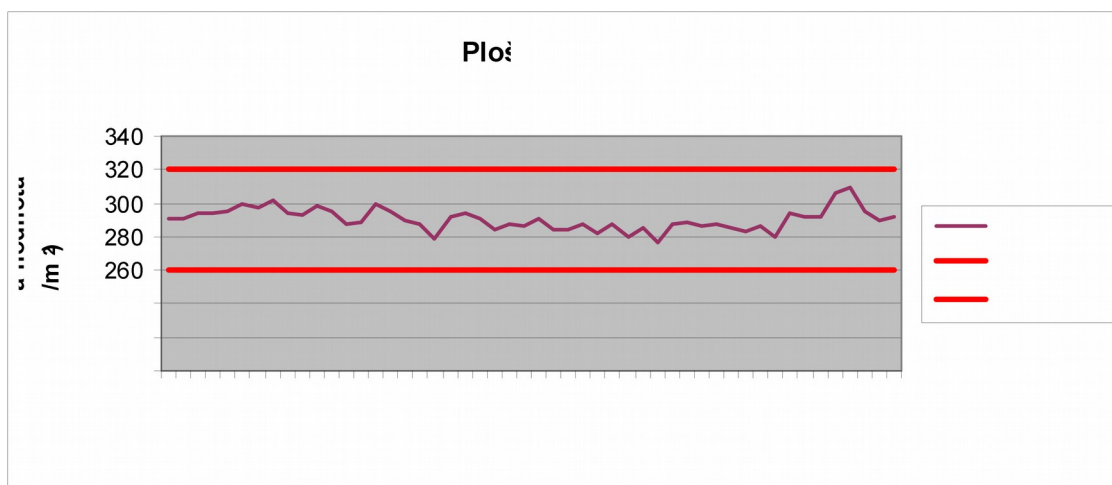
Také dle mezí tolerancí výrobku se shodují výsledky dle tabulky č. 3.

Tabulka č. 3 Vyhodnocení plošné hmotnosti materiálu

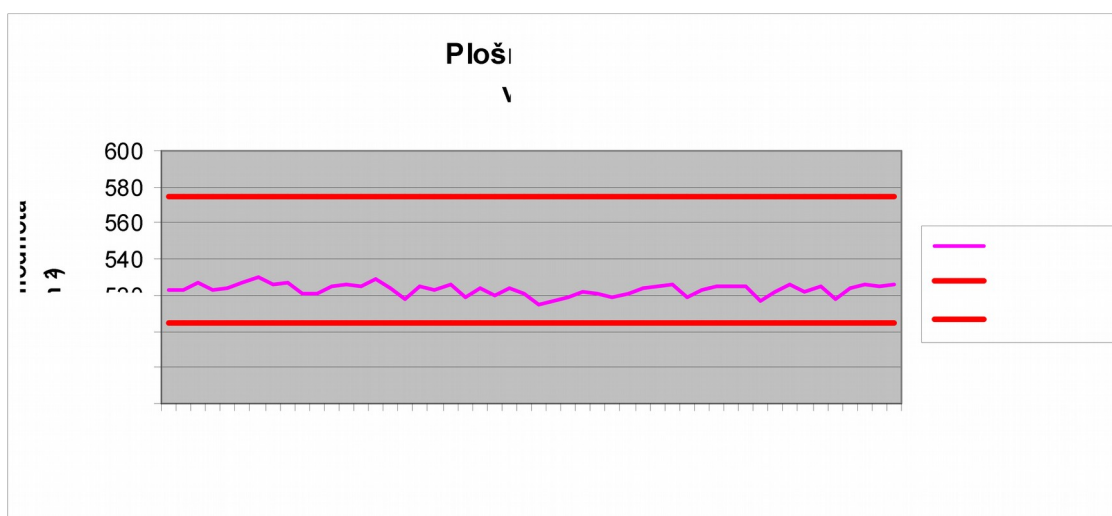
Vzorek	\bar{x} [g/m²]	σ [g/m²]	v [%]	C_p [1]	$C_p \geq 1,33$ [1]
A	506,48	4,28	0,85	2,72	vyhovující
B	290,60	6,55	2,25	1,53	vyhovující
C	523,16	3,254	0,62	3,59	vyhovující
D	499,68	13,68	3,42	0,73	nevyhovující



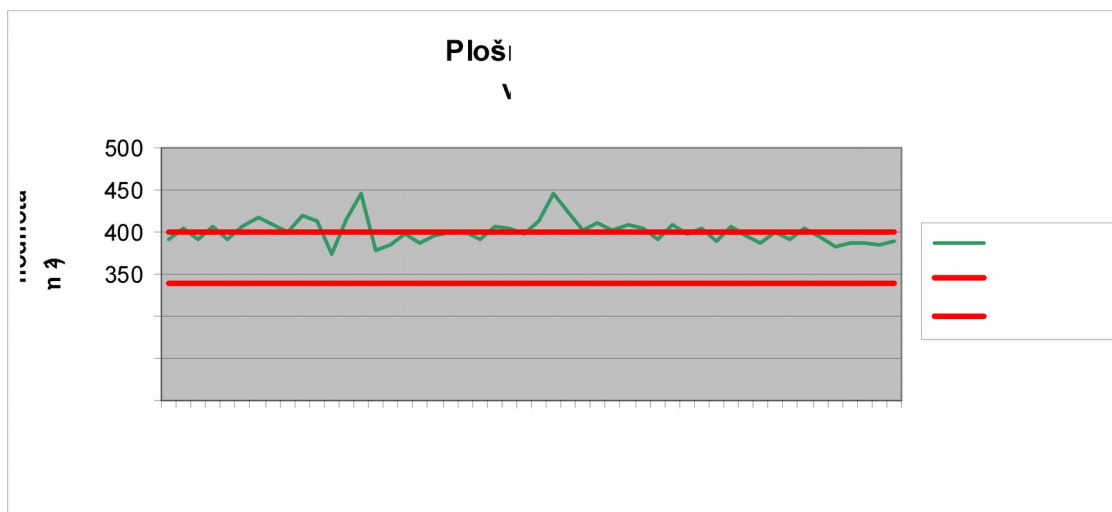
Graf č. 5 Plošná hmotnosť vzorku A



Graf č. 6 Plošná hmotnosť vzorku B



Graf č. 7 Plošná hmotnosť vzorku C



Graf č. 8 Plošná hmotnost vzorku D

Zhodnocení plošné hmotnosti:

Dle vyhodnocení výsledků vychází, že vzorky A, B, C spadají do hodnot způsobilosti procesu při výrobě, pouze vzorek D nevyhovuje.

Díky vycházejícím hodnotám jsou sendvičové výrobky v tomto složení použitých materiálů vhodné pro použití do interiéru automobilů. U vzorku D by byla možná výměna, nebo odlehčení spodní vrstvy, která je možnou příčinou velké hmotnosti vzorku a tím by bylo dosaženo vyhovujících hodnot při způsobilosti procesu při výrobě.

2.2.4 Tloušťka

Použitá norma a podstata zkoušky je popsána v odstavci 2.8.4.

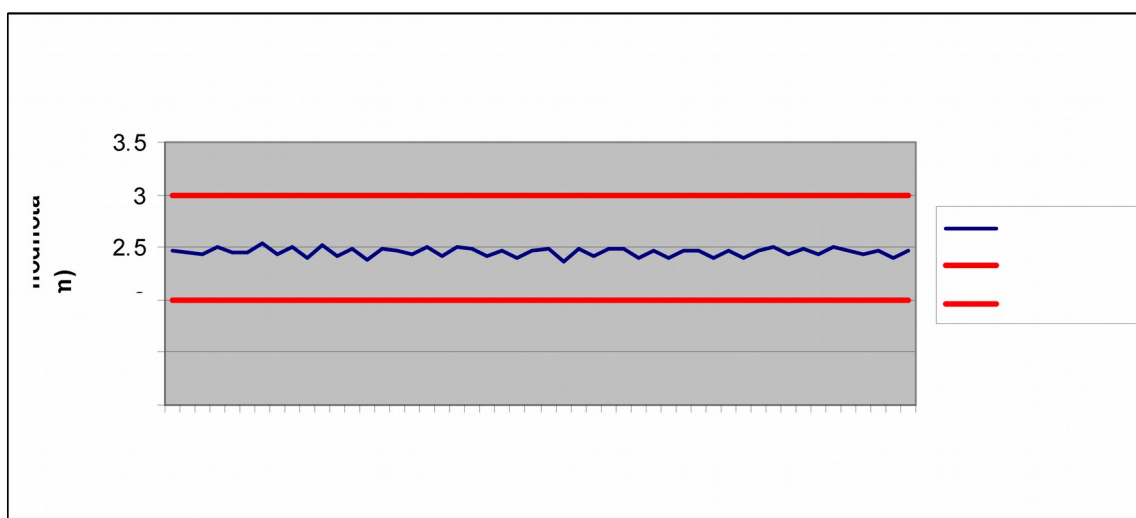
Pro vyhodnocení zkoušky tloušťky materiálu bylo použito střední hodnoty \bar{x} , která je jedním z ukazatelů určujících, zda jsou výsledky vyhovující, nebo ne. Meze tolerance pro vzorek A jsou 2 – 3 mm, vzorek B 1 – 2 mm, vzorek C 2 – 3 mm, vzorek D 3,6 – 4,4 mm. Dále směrodatná odchylka statistického souboru σ , variačního koeficientu v a ukazatele způsobilosti procesu C_p , kdy hodnota pro vyhovující výsledek musí být ≥ 1.33 . Tyto hodnoty jsou dány normami pro automobilový průmysl, nebo požadavkem zákazníka.

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty tloušťky zkušebních vzorků a jejich vyhodnocení.

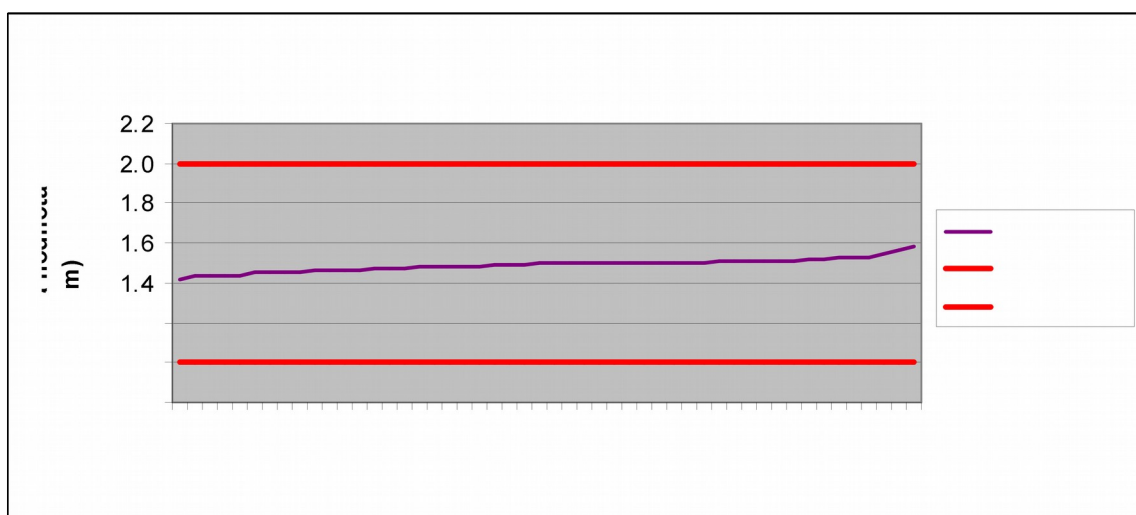
Také dle mezí tolerancí výrobku se shodují výsledky dle tabulky č. 4.

Tabulka č. 4 Výhodnocení tloušťky materiálu

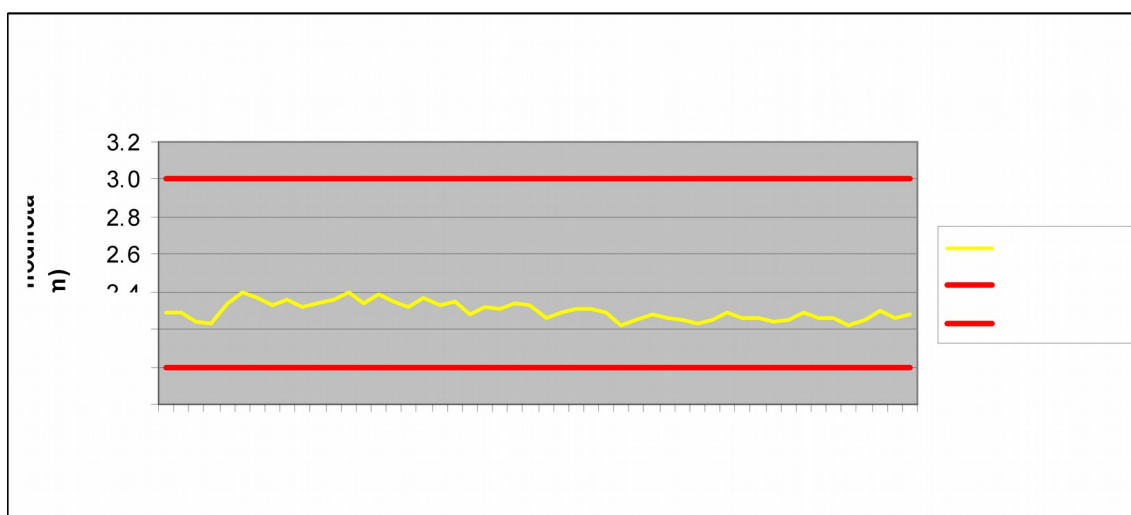
Vzorek	\bar{x} [mm]	σ [mm]	v [%]	C_p [1]	$C_p \geq 1,33[1]$
A	2,45	0,04	1,63	4,07	vyhovující
B	1,49	0,03	2,22	5,07	vyhovující
C	2,29	0,05	2,34	3,43	vyhovující
D	4,04	0,07	1,81	1,84	vyhovující



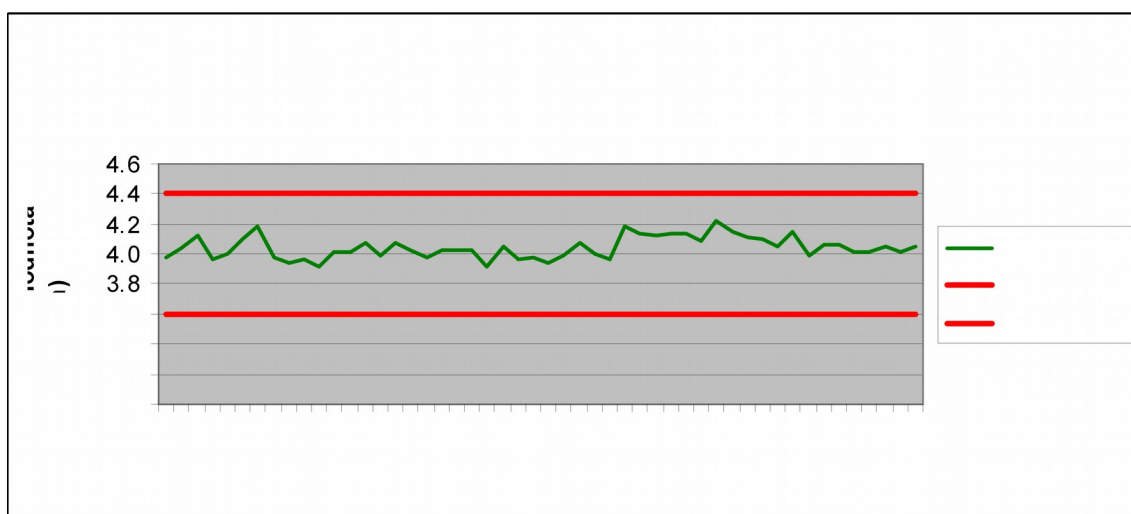
Graf č. 9 Tloušťka vzorku A



Graf č. 10 Tloušťka vzorku B



Graf č. 11 Tloušťka vzorku C



Graf č.12 Tloušťka vzorku D

Zhodnocení tloušťky:

Z naměřených hodnot je zřejmé, že všechny vzorky spadají do hodnot způsobilosti procesu při výrobě a je možné je použít při výrobě sendvičových výrobků v interiéru automobilů.

2.2.5 Hořlavost

Použitá norma a podstata zkoušky je popsána v odstavci 2.8.5.

Pro výpočet hořlavosti byl použit vzorec pro *rychlost hoření* $B[\text{mm/min}]$, který je uveden v odstavci 3.2 Vyhodnocení laboratorních zkoušek.

Výsledky rychlosti hoření pro vyhovující výsledek musí být $\leq 100 \text{ mm/min}$.

Pro určení charakteru hoření byly výsledky rozděleny do následujících skupin:

DNI - nezapaluje se

SE – samozhášecí

SE/NBR – samozhášecí / bez rychlosti hoření (vzdálenost hoření $< 50 \text{ mm}$, čas hoření $< 60 \text{ s}$)

SE/BR – samozhášecí / s rychlostí hoření (vzdálenost hoření je v intervalu $50\text{--}253 \text{ mm}$, rychlost hoření $< 100 \text{ mm/min}$)

BR - rychlost hoření (prohoří celých 254 mm)

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty rychlosti hoření $B[\text{mm/min}]$ a charakter hoření materiálu.

Tabulka č. 5 Vyhodnocení hořlavosti materiálu, vzorek A a B

	Rychlost hoření B[mm/min]		Charakter hoření		Rychlost hoření B[mm/min]		Charakter hoření	
Vzorek	A				B			
Zkouška	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
1	105	96	BR	SE/BR	133	66	BR	SE/BR
2	106	102	BR	BR	139	90	BR	SE/BR
3	106	103	BR	BR	119	88	SE/BR	SE/BR
4	64	96	SE/BR	SE/BR	112	71	SE/BR	SE/BR
5	109	85	BR	SE/BR	139	0	BR	SE
6	104	96	BR	SE/BR	123	108	BR	BR
7	104	102	BR	BR	116	51	BR	SE/BR
8	106	102	BR	BR	109	137	SE/BR	SE/BR
9	106	102	BR	BR	139	95	BR	BR
10	106	102	BR	BR	112	0	SE/BR	SE

Tabulka č. 6 Vyhodnocení hořlavosti materiálu, vzorek C a D

	Rychlost	Charakter	Rychlost	Charakter
--	----------	-----------	----------	-----------

	hoření				hoření			
	B[mm/min]		hoření		B[mm/min]		hoření	
Vzorek	C				D			
Zkouška	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
1	118	0	BR	SE	103	189	SE/BR	SE/BR
2	121	62	BR	SE/BR	65	112	BR	BR
3	0	88	SE	SE/BR	55	205	SE/BR	SE/BR
4	123	74	BR	SE/BR	68	96	SE/BR	SE/BR
5	118	83	BR	SE/BR	56	150	SE/BR	SE
6	103	87	BR	SE/BR	54	141	SE/BR	SE/BR
7	127	77	BR	SE/BR	68	250	BR	SE/BR
8	120	98	BR	SE/BR	68	277	SE/BR	SE/BR
9	114	0	BR	SE	75	104	SE/BR	SE/BR
10	137	73	BR	SE/BR	75	81	SE/BR	SE/BR

Zhodnocení hořlavosti:

Ve většině případů je hořlavost nevyhovující pro výrobu a dodávku materiálů, rychlost hoření je vyšší než 100 mm/min. v 56 %. Pro zlepšení hořlavosti a použití pro výrobu sendvičových výrobků do interiéru automobilu by musel být materiál opatřen např. nehořlavou úpravou, nebo přidáním aditiv do materiálu.

2.2.6 Fogging

Použitá norma a podstata zkoušky je popsána v odstavci 2.8.6.

Pro vyhodnocení zkoušky foggingu byla změřena celková hmotnost vzorku (folie + nános), hmotnost folie a následný rozdíl hmotností po provedení zkoušky. Rozdíl pro vyhovující výsledek musí být $\leq 2 \text{ mg}$.

V následující tabulce jsou uvedeny výsledky zkoušky foggingu pro jednotlivé vzorky a jejich výsledky měření.

Tabulka č. 7 Vyhodnocení foggingu materiálu

Vzorek	A		B		C		D	
Měření	1	2	1	2	1	2	1	2
Hmotnost celková	546,	547,	547	545,	546,	545,	541,	541,2
(folie+nános) [mg]	2	3		4	1	4	9	
Hmotnost folie[mg]	545,	546,	546,	544,	545,	544,	541,	540,5
	3	3	2	7	1	6	3	

Rozdíl [mg]	0,9	1,0	0,8	0,7	1	0,8	0,6	0,7
Průměrná hodnota výsledků měření [mg]	0,95		0,75		0,90		0,65	
Vyhodnocení	vyhovující		vyhovující		vyhovující		vyhovující	

Zhodnocení:

Měření pro obě technologie vychází v normě, výsledky jsou menší než 2 mg. Rozdíl mezi technologiemi je tak malý, že je nelze porovnávat.

Pro zjištění rozdílnosti výsledků, by bylo možné znovu nalaminovat materiál s technologií Powder s cílem zvýšení adheze při zachování tolerance hmotnosti a zvýšení množství prášku, následné znovu změření foggingu a zjištění, zda došlo k nárůstu.

3 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo popsat způsoby aplikace tavných adheziv při výrobě sendvičových výrobků pro automobilový průmysl při použití dvou laminačních technologií a provedení aplikace adheziv na vybrané textilie, což bylo popsáno v teoretické části. V praktické části byly zkoumány mechanicko-fyzikální vlastnosti dle prvotních zkoušek s použitím daného množství adheziva a jejich vyhodnocení dle norem pro automobilový průmysl.

Nejvíce zřetelný rozdíl mezi technologiemi je ve zkoušce pevnosti spoje, kdy technologie Hot-melt vyhovuje jak pro tkaninu, tak pro pleteninu a technologie Powder nevyhovuje pouze pro tkaninu. Pro dosažení lepších výsledků by bylo třeba přidat více adheziva při laminaci, nebo zvýšit přítlak válců, což by, ale vedlo ke tvrdosti textilie, zploštění textilie a z největší pravděpodobností i k lesku na lící straně textilie. Také by zřejmě došlo ke zvýšení hmotnosti a tloušťky textilie, změně hořlavosti a foggingu.

V případě pevnosti nejsou technologie vyhovující stoprocentně ani pro tkaninu ani pro pleteninu. V případě tkaniny vyhovují ve směru osnovy, ve směru útku se velmi blíží minimální hodnotě pro vyhovující výsledek. Pro pleteninu vyhovuje pouze pro technologie Hot-melt.

Při porovnání hmotnosti a tloušťky materiálu vyhovují obě technologie, pouze s výjimkou hmotnosti materiálu pro vzorek D – pletenina laminovaná technologií Powder, kde by při výměně, nebo odlehčení spodní vrstvy mohlo dojít k dosažení požadovaných hodnot způsobilosti procesu při výrobě.

V ohledu hořlavosti jsou obě technologie nevyhovující, pro použití v interiéru automobilu by muselo dojít k úpravě materiálu např. nehořlavou úpravou, nebo přidáním aditiv do materiálu.

Pro zkoušku foggingu působí použitá adheziva negativně a tudíž jsou obě použitelná pro aplikaci na textilie používané pro výrobu sendvičových výrobků pro automobilový průmysl. Z důvodu velmi podobných výsledků není možné porovnání technologií, ale pro zjištění, která technologie je více vyhovující, by bylo možné při zvýšení adheze při zachování tolerance hmotnosti a zvýšení hmotnosti prášku po znovu změření zjistit, zda došlo k nárůstu.

Po vyhodnocení mechanicko-fyzikálních vlastností daných vzorků prvních zkoušek bylo zjištěno, že technologie Hot-melt je více vyhovující, ale je nutné zhotovení série dalších zkoušek pro prokázání jejího stoprocentního nasazení. Zároveň je nutno hledat možnosti navýšení rychlosti aplikačního stroje Lacom tak, aby tato technologie byla nejen technicky použitelná, ale zcela komfortní i z hlediska efektivity výroby. Z pohledu technologie Powder je nutno udělat řadu dalších zkoušek s optimalizovaným materiálem a se zaměřením na podstatné zlepšení adheze jednotlivých vrstev materiálu.

4 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Fung W., Hardcastle M.: *Textiles in Automotive Engineering*, Woodhead Publishing Limited, 2002
- [2] Jirsák, O.,Kalinová, K.: Netkané textilie, Technická univerzita v Liberci 2003
- [3] Meyer, Technology & Products, Laminating [online], [citováno 22. 2. 2012].
Dostupné na:
<http://www.meyer-machines.com/engl/Products/Laminating/laminating.html>
- [4] KRČMA, R.: Teorie netkaných textilií, Vysoká škola strojní a textilní, Liberec 1985

- [5] Lacom, Company History [online], [citováno 22.2.2012].
Dostupné na:
<http://www.lacom-online.com/www.lacom-online.com/unternehmen/firmenentwicklung.html>
- [6] Maschinery Systems Vario Version [online], [citováno 1. 3. 2012].
Dostupné na:
<http://www.lacom-online.com/www.lacom-online.com/programm/varion.html>
- [7] Meyer, About us [online], [citováno 1. 3. 2012].
Dostupné na:
http://www.meyer-machines.com/engl/About_us/about_us.html
- [8] Meyer, Technology & Products [online], [citováno 1. 3. 2012]
Dostupné na:
http://www.meyer-machines.com/engl/Products/technology_products.html
- [9] ČSN EN ISO 13934-1 (1999), „Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip“. Praha, Český normalizační institut.
- [10] DIN 53357 (1999), „Oddělování pevnosti spoje“. Německo, Normy pro automobilový průmysl.
- [11] ČSN EN 12127 (1998), „Zjištění plošné hmotnosti pomocí malých vzorků“. Praha, Český normalizační institut
- [12] ČSN EN ISO 5084 (1998), „Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků“. Praha, Český normalizační institut
- [13] DIN 75200 (1999), „Stanovení chování při hoření materiálu interiéru vozidel“. Německo, Normy pro automobilový průmysl.
- [14] DIN 75201 (1999), „Foggingové vlastnosti materiálu pro čalounění“. Německo, Normy pro automobilový průmysl.

5 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Naměřené hodnoty pro pevnost

Příloha č. 2 Naměřené hodnoty pro pevnost spoje

Příloha č. 3 Naměřené hodnoty pro plošnou hmotnost

Příloha č. 4 Naměřené hodnoty pro tloušťku

Příloha č. 5 Naměřené hodnoty pro hořlavost

Příloha č. 1

Zkouška č.	Nejvyšší pevnost (N)							
	A	A	B	B	C	C	D	D
	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
1	2549.10	739.10	651.00	633.50	2307.40	830.90	357.25	684.50
2	2567.30	807.60	646.50	634.90	2214.10	785.20	386.11	718.30
3	2572.00	780.30	663.40	588.10	2568.10	865.10	389.00	784.50
4	2583.70	776.60	693.80	587.10	2477.00	881.10	344.80	711.80
5	2563.80	793.30	645.40	609.60	2312.40	830.20	369.72	750.70
6	2440.30	738.30	645.30	612.70	2178.90	828.50	374.42	696.40
7	2543.40	786.30	689.30	593.00	2223.10	807.90	398.92	693.60
8	2580.30	822.00	643.30	605.30	2352.20	850.10	344.73	654.00
9	2544.80	790.10	651.30	614.90	2521.60	854.40	375.87	755.20
10	2514.10	773.00	675.20	635.50	2482.00	796.30	370.17	668.70
11	2567.50	712.40	634.70	616.00	2555.50	843.70	379.95	667.80

12	2513.50	777.20	650.40	620.60	2570.50	797.80	379.44	676.10
13	2509.00	799.20	694.50	603.70	2338.90	767.60	365.71	766.80
14	2575.80	795.00	664.00	578.00	2264.20	801.40	358.73	695.00
15	2609.60	803.20	636.40	596.80	2527.90	725.90	371.94	653.20
16	2523.10	813.30	667.90	661.00	2525.10	716.10	365.66	709.50
17	2549.50	815.40	622.10	616.70	2320.00	711.20	369.73	595.50
18	2511.10	811.10	643.90	593.50	2274.10	819.70	352.18	682.20
19	2610.00	823.90	682.30	629.30	2279.70	873.50	372.63	735.30
20	2504.80	805.30	680.80	621.40	2307.40	864.20	367.31	739.70
21	2500.60	688.50	679.70	611.50	2214.10	851.90	373.02	648.40
22	2525.10	825.60	688.50	668.10	2568.10	836.00	382.25	762.50
23	2501.20	793.90	668.20	667.30	2477.00	865.40	366.80	661.70
24	2474.10	807.00	674.90	650.40	2312.40	865.30	379.35	611.30
25	2432.50	798.60	695.00	658.30	2307.40	753.30	379.66	677.50
26	2344.50	802.80	615.30	607.60	2214.10	807.40	361.66	669.00
27	2550.50	798.30	673.30	605.40	2568.10	753.00	360.76	645.70
28	2561.40	789.30	662.30	654.00	2477.00	717.80	357.69	665.90
29	2593.90	863.40	699.00	593.30	2312.40	741.40	352.88	724.90
30	2607.10	838.30	661.60	620.80	2178.90	767.10	365.15	663.20
31	2485.90	844.80	699.00	618.10	2223.10	782.90	344.12	750.40
32	2527.80	841.90	702.00	618.90	2352.20	761.80	378.42	807.30
33	2588.10	763.10	688.20	604.50	2521.60	740.80	391.16	761.70
34	2589.60	774.30	669.30	670.70	2482.00	735.50	389.64	776.20
35	2552.10	863.10	712.00	612.70	2555.50	755.80	365.98	763.20
36	2564.20	826.50	671.60	660.40	2570.50	771.50	391.04	692.10
37	2462.20	809.60	681.70	578.60	2338.90	773.30	391.72	593.00
38	2616.90	834.70	689.80	632.40	2264.20	731.60	403.58	647.00
39	2566.40	854.30	702.00	629.10	2527.90	716.70	392.94	741.90
40	2539.40	789.30	686.80	640.60	2525.10	779.80	386.41	701.20
41	2397.30	819.40	701.40	616.90	2320.00	762.50	397.33	634.70
42	2504.20	838.60	700.30	569.80	2274.00	751.90	375.75	771.50
43	2514.40	871.20	665.60	589.60	2279.70	716.60	378.30	668.20
44	2527.30	766.70	694.90	613.30	2307.40	828.50	375.91	598.10
45	2557.50	748.50	688.30	646.20	2214.10	669.50	351.27	752.10
46	2534.10	814.70	697.50	583.60	2568.10	844.80	380.59	688.50
47	2206.50	708.50	720.30	658.30	2477.00	832.10	370.57	753.00
48	2293.30	802.90	759.80	637.10	2312.40	838.60	375.55	639.10
49	2490.80	724.30	684.00	600.60	2307.40	863.40	372.14	618.10
50	2538.30	737.80	694.70	621.90	2214.10	872.40	387.64	659.80

Příloha č. 2

Zkouška č.	Nejvyšší pevnost (N)							
	A osnova	A útek	B osnova	B útek	C osnova	C útek	D osnova	D útek
1	24.28	11.09	22.67	18.39	5.78	5.35	13.83	7.13

2	17.74	10.50	23.53	20.88	6.36	5.52	21.86	8.30
3	16.48	11.77	22.09	19.66	5.41	6.00	10.09	3.46
4	19.60	11.86	22.46	19.42	6.99	6.62	8.59	20.25
5	10.31	12.23	21.35	20.12	6.73	6.45	13.58	9.02
6	22.64	11.02	22.93	21.52	5.13	6.20	9.40	3.88
7	20.05	11.63	16.00	17.74	6.70	5.66	9.02	13.46
8	21.12	10.95	19.33	17.87	6.59	5.86	12.90	8.22
9	21.15	11.41	19.15	17.05	5.72	6.91	14.33	10.77
10	21.45	9.91	23.50	20.21	6.56	4.98	11.94	20.25
11	25.43	10.17	11.23	16.95	5.75	6.48	18.08	15.86
12	23.86	9.01	21.47	20.23	4.05	5.64	8.62	25.89
13	13.72	7.98	17.35	20.99	5.41	5.46	14.31	14.45
14	22.26	11.27	22.31	20.56	5.07	5.98	16.48	14.18
15	24.88	8.68	19.94	18.91	5.38	5.77	12.03	14.62
16	15.84	5.97	18.02	20.15	5.58	5.75	15.50	18.14
17	21.86	10.37	18.92	17.98	5.43	6.08	15.33	15.44
18	22.20	9.67	23.38	20.02	6.88	5.49	24.60	8.11
19	22.06	11.54	12.99	20.12	6.76	5.38	12.09	20.33
20	20.79	12.39	20.05	19.14	7.80	5.35	11.27	16.96
21	19.47	12.14	19.92	21.27	6.85	5.35	10.17	15.50
22	18.55	9.01	18.31	19.15	7.24	6.59	15.52	12.46
23	19.75	9.60	21.71	18.76	5.75	5.63	14.71	12.59
24	20.71	12.20	17.83	20.11	6.50	5.50	9.07	12.63
25	21.95	11.85	16.93	17.72	6.41	5.64	14.79	16.98
26	22.06	10.64	15.83	20.06	5.30	4.96	12.11	11.33
27	23.10	12.22	18.08	19.73	4.99	5.23	13.08	10.62
28	20.35	11.74	22.10	16.11	5.46	5.49	16.18	23.30
29	19.27	12.42	20.06	20.85	5.60	5.83	13.88	14.79
30	19.74	12.32	25.83	16.64	5.15	5.27	12.46	21.58
31	21.27	12.36	22.50	19.43	6.56	5.41	16.05	11.05
32	20.03	10.87	19.72	19.88	5.22	5.02	18.90	14.40
33	20.67	9.72	21.81	16.53	4.79	5.69	10.47	15.82
34	9.87	12.26	20.99	20.26	6.23	4.23	10.16	9.44
35	16.50	10.48	20.76	18.08	5.29	5.97	20.28	16.47
36	19.18	12.94	14.91	21.18	6.06	6.15	19.49	12.14
37	13.53	11.50	17.74	18.09	5.46	5.41	12.14	10.42
38	11.99	12.20	20.01	18.96	4.97	6.23	9.34	13.29
39	18.93	12.14	20.03	16.89	6.75	4.28	10.00	8.85
40	18.50	12.87	21.18	16.88	7.12	4.91	12.08	22.46
41	15.72	11.77	21.18	17.69	5.15	4.76	17.01	18.94
42	20.09	8.37	15.55	17.77	5.58	5.27	17.65	17.88
43	17.93	8.06	19.66	20.34	3.52	5.69	9.74	9.72
44	15.15	12.29	22.37	19.16	5.86	5.75	15.85	13.43
45	19.09	10.39	24.94	19.04	6.42	5.35	14.73	12.39
46	17.81	9.18	24.40	20.68	4.45	5.04	12.01	15.09
47	19.57	11.04	21.50	18.92	5.50	4.23	13.37	11.26

48	18.53	9.46	21.54	19.67	4.59	5.40	13.69	12.03
49	17.56	7.38	20.10	20.03	6.14	4.32	11.27	9.46
50	19.71	9.63	21.56	18.22	5.33	5.42	10.95	9.01

Příloha č. 3

Zkouška č.	Plošná hmotnost (g/m ²)			
	A	B	C	D
1	511	291	523	392
2	504	291	523	404
3	504	294	527	392
4	507	294	523	407
5	498	295	524	392
6	509	299	527	406
7	516	297	530	418
8	515	302	526	408
9	513	294	527	401
10	509	293	521	420
11	515	298	521	413
12	509	295	525	373
13	511	288	526	416
14	504	289	525	446
15	501	300	529	379
16	501	295	524	385
17	507	290	518	398
18	511	288	525	388
19	502	279	523	395
20	499	292	526	400
21	510	294	519	401
22	506	291	524	391
23	509	284	520	406
24	502	288	524	405
25	501	286	521	397
26	503	291	515	413
27	499	284	517	446
28	509	284	519	425
29	507	287	522	403
30	508	282	521	41
31	500	288	519	402
32	503	280	521	408
33	511	285	524	404
34	510	277	525	392
35	507	288	526	408
36	504	289	519	398
37	503	286	523	404
38	508	288	525	389

39	508	285	525	406
40	504	283	525	396
41	505	286	517	386
42	505	280	522	399
43	507	294	526	391
44	508	292	522	404
45	502	292	525	394
46	507	306	518	383
47	507	309	524	387
48	508	295	526	388
49	511	290	525	385
50	506	292	526	390

Příloha č. 4

Zkouška č.	Tloušťka (mm)			
	A	B	C	D
1	2.47	1.42	2.29	3.98
2	2.45	1.44	2.29	4.04
3	2.44	1.44	2.24	4.12
4	2.51	1.44	2.23	3.97
5	2.45	1.44	2.34	4.00
6	2.45	1.45	2.40	4.10
7	2.54	1.45	2.37	4.18
8	2.44	1.45	2.33	3.98
9	2.5	1.45	2.36	3.94
10	2.4	1.46	2.32	3.96
11	2.52	1.46	2.34	3.92
12	2.41	1.46	2.36	4.01
13	2.48	1.46	2.40	4.01
14	2.38	1.47	2.34	4.08
15	2.48	1.47	2.39	3.99
16	2.46	1.47	2.35	4.07
17	2.44	1.48	2.32	4.03
18	2.5	1.48	2.37	3.98
19	2.41	1.48	2.33	4.02
20	2.5	1.48	2.35	4.03
21	2.48	1.48	2.28	4.03
22	2.41	1.49	2.32	3.91
23	2.47	1.49	2.31	4.05
24	2.39	1.49	2.34	3.96
25	2.47	1.50	2.33	3.98
26	2.49	1.50	2.26	3.94
27	2.37	1.50	2.29	3.99
28	2.49	1.50	2.31	4.07
29	2.41	1.50	2.31	4.00

30	2.48	1.50	2.29	3.97
31	2.48	1.50	2.22	4.18
32	2.39	1.50	2.25	4.13
33	2.47	1.50	2.28	4.12
34	2.4	1.50	2.26	4.13
35	2.47	1.50	2.25	4.14
36	2.46	1.50	2.23	4.09
37	2.39	1.51	2.25	4.22
38	2.46	1.51	2.29	4.15
39	2.4	1.51	2.26	4.11
40	2.46	1.51	2.26	4.10
41	2.5	1.51	2.24	4.05
42	2.44	1.51	2.25	4.15
43	2.49	1.52	2.29	3.99
44	2.44	1.52	2.26	4.06
45	2.51	1.53	2.26	4.06
46	2.46	1.53	2.22	4.01
47	2.43	1.53	2.25	4.01
48	2.46	1.55	2.30	4.05
49	2.39	1.56	2.26	4.01
50	2.46	1.58	2.28	4.05

Příloha č. 5

Zkouška č.	Hoření (mm/min)											
	A osnova			A útek			B osnova			B útek		
	mm	s (mm)	t (s)	mm	s (mm)	t (s)	mm	s (mm)	t (s)	mm	s (mm)	t (s)
1	38	254	145	38	254	159	38	254	115	38	45	41
2	38	254	144	38	254	149	38	254	110	38	90	60
3	38	254	144	38	254	148	37	254	101	37	82	56
4	38	254	239	38	254	159	38	145	78	38	13	11
5	38	254	140	38	254	180	38	254	10	35	0	0
6	38	254	147	38	254	159	38	254	124	38	254	141
7	38	254	145	38	254	150	38	254	131	38	160	189
8	38	254	144	38	254	149	38	254	124	38	16	7
9	38	254	145	38	254	150	30	254	110	30	254	160
10	38	254	144	38	254	149	38	254	113	37	0	0
Zkouška č.	Hoření (mm/min)											
	C osnova			C útek			D osnova			D útek		
	mm	s (mm)	t (s)	mm	s (mm)	t (s)	mm	s (mm)	t (s)	mm	s (mm)	t (s)
1	38	254	129	24	0	0	38	105	61	38	85	27
2	38	105	126	38	105	102	38	254	234	38	254	136
3	37	0	0	38	245	174	38	23	20	38	82	24
4	38	140	124	38	140	113	38	50	44	38	235	147

5	38	254	129	38	210	151	38	45	48	38	45	18
6	38	110	64	38	254	175	38	175	193	38	40	17
7	38	230	109	38	45	35	38	254	223	38	50	17
8	38	254	127	38	185	113	38	150	132	38	87	21
9	30	254	134	30	0	0	30	130	104	30	190	110
10	38	254	114	38	175	143	37	30	24	37	35	26